PARÂMETROS HIDRÁULICOS DO TRECHO CANALIZADO DO RIO PIRAPITINGA NA CIDADE DE CATALÃO-GO

Fernandes, Felipe Moysés[1], moyses.fernandes@hotmail.com
Soares, Adriano [1]
Júnior, Renato Camilo das Mercês [1]
Prefeito, Isabela Gurgel[1]
Machado, Maurício Moysés[2]
Paiva, Ed Carlo Rosa[1]

[1]Universidade Federal de Goiás-Departamento de Engenharia Civil-Regional Catalão
[2]Faculdade de Engenharia de Minas Gerais -Departamento de Engenharia de Produção

Resumo: *Este trabalho teve como finalidade estudar o canal do Córrego Pirapitinga localizado na totalidade da Avenida Raulina Fonseca Paschoal, no centro da cidade de Catalão-GO, o foco central foi empregar a metodologia para obtenção de dados, demostrar analisar e interpretar de forma detalhada suas características de trecho a trecho e o tratamento dos dados experimentais em contraponto aos equacionamentos teóricos, visando pontuar os seus benefícios e malefícios. Esta coleta de dados poderá elucidar alguns problemas como a vazão da água desta canalização visando as enchentes em dia de chuva.*

Palavras-chave: *Canal, Pirapitinga, Raulina, Córrego, Catalão-GO.*

1. INTRODUÇÃO

O canal do Córrego Pirapitinga corta um trecho significativo na cidade de Catalão e a abordagem dos parâmetros hidráulicos é importante para a análise e observação de fenômenos incidentes no canal, podendo auxiliar na resolução e constatação de problemas. Foram coletados dados sobre trechos do canal, os quais foram obtidos com uma metodologia que será explicada na sequência do texto. Foram obtidos tanto dados geométricos, como dos materiais utilizados nas paredes laterais da canalização. Netto et at. (1998) antecipa a não linearidade do escoamento experimental em contra ponto da previsão uniforme oriunda dos equacionamentos teóricos.

Uma introdução sobre o que cada dado significa será apresentada, juntamente com comparações dos valores teóricos equacionadas a partir das formulas obtidas do material de Baptista (2006). O conjunto destas informações é subsidio para tomada de decisão, na ocorrência de imprevistos. O controle destes parâmetros dentro de limites desejáveis, evita malefícios e previne danos tanto no decorrer do canal quanto à jusante deste. Também possibilita a execução de projeções para fins urbanísticos.

2. ANÁLISE DO CANAL

O canal do Córrego Pirapitinga por completo possui um comprimento de 2624m e está localizado na Avenida Raulina Fonseca Paschoal, na cidade de Catalão - GO. Em sua maior parte é caracterizado como um conduto livre, mas em alguns trechos ele é todo coberto e terá um comportamento de conduto forçado, quando a seção estiver totalmente cheia, com isso o escoamento apresentará pressão diferente da atmosférica.

Nos canais o atrito entre a superfície livre e o ar e a resistência oferecida pelas paredes e pelo fundo originam diferenças de velocidades. A determinação das várias velocidades em diferentes pontos de uma seção transversal é feita por via experimental. Em nossa análise não foi possível a medida dessas diferenças na velocidade, pela falta de equipamentos apropriados e pela altura da lâmina d'água, que era muito pequena no dia da medida.

Como um todo o canal apresenta características de escoamento permanente variado, pois há variação na velocidade, seção e também na profundidade, mas se analisarmos trechos isolados poderemos ver que temos um escoamento permanente uniforme. Na Figura 1 está apresento o trecho coletado no trabalho.

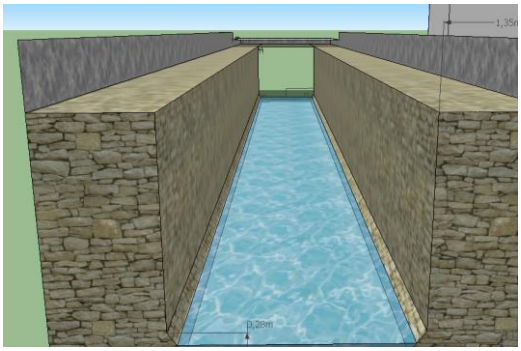


Figura 1. Representação do Corte trecho 1

2.1. Metodologia Para Obtenção de Dados

Para realização das medidas foi utilizado uma trena, dois pedaços de madeira, um de comprimento de 4,75m e outro com 2,75m, para auxilio nas medidas de profundidade, e uma garrafa PET de 500ml preenchida com 1/3 de água, para a medida da velocidade no canal. Para a medida da coluna d'água, que estava baixa, utilizou-se uma folha de papel pregada com fita adesiva na extremidade do pedaço de madeira. Introduziu na extremidade a folha na água, colocando o pedaço de madeira cuidadosamente perpendicular à superfície do fundo do canal. Em seguida foi retirado e mediu a parte molhada da face oposta á que ficou de frente para a vazão. Este processo se repetiu 3 vezes em cada início e final de trecho medido, menos no último devido a dificuldade para obter a lâmina d'água no início. Para a medida da distância de cada trecho e da distância total do canal foi utilizado o Google Earth, e este também auxiliou no cálculo da inclinação no canal, fornecendo as cotas de cada ponto em relação ao nível do mar.

Para o cálculo da velocidade foi utilizado garrafa conforme modelo feito por Felipe et al (2013) uma PET como dito anteriormente. Determinava-se um espaço, e depois a garrafa era amarrada com uma linha e colocada na água no ponto de partida, quando o cronômetro era acionado a garrafa era solta e após determinar o tempo gasto no percurso era recolhida pela linha. Esse processo era repetido 3 vezes e o tempo utilizado para o cálculo da velocidade foi o tempo médio gasto para este percurso.

2.2. Características Trecho a Trecho

O trecho 1 é ponto inicial do canal, acontece após a represa, logo após a Avenida João Neves Vieira, no início da Avenida Raulina Fonseca Paschoal e se estende até o primeiro cruzamento de rua que acontece com a Rua Cleonice Dias Abreu. Esse trecho possui um comprimento de 766m e possui as laterais formadas por gabiões, que são estruturas armadas flexíveis, drenantes de grande durabilidade e resistência feitas de malha de fios de aço doce recozido e galvanizado e depois preenchidos com pedra britada. O canal neste trecho apresenta muita vegetação em suas laterais atrapalhando a fluidez no canal. Como pode se notar no corte abaixo o fundo do canal possui um formato trapezoidal. A Figura 1 e a Figura 2 mostram as características do trecho 1.

Figura 2. Vista trecho 1

A Figura 3 ilustra o segundo trecho denominado trecho 2 acontece entre os cruzamentos da Rua Cleonice Dias Abreu e o da Avenida Farid Miguel Safatle próximo ao Banco HSBC, esse trecho tem um comprimento de 496m. Na mudança de trecho acontece mudanças na composição do canal, pois ele muda seu formato e seu material.

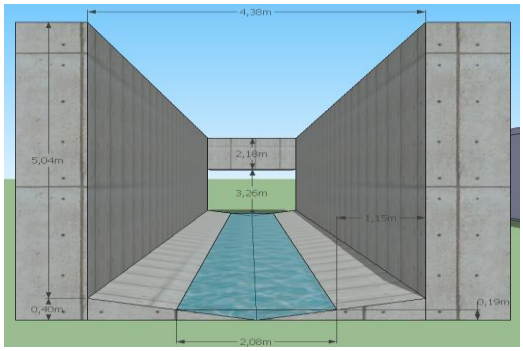


Figura 3. Representação do perfil do Corte trecho 2

O canal passa a ter fundo com formato triangular e apresenta um alargamento, mas entre o formato trapezoidal e o triangular no fundo, há uma área de transição no fundo com formato retangular, e um comprimento de 15 m. Após este segundo trecho o canal se fecha por outro trecho, que permanece fechado por um comprimento de 321m, o que compreende a Avenida Raulina do cruzamento com a Rua Farid Miguel Safatle até o cruzamento com a

Rua Rodolfo Campos. A Figura 4 mostra uma vista do trecho 2.

Figura 4. Vista do trecho 2

O trecho 3 compreende-se entre os cruzamentos da Avenida Raulina com as ruas Farid Miguel Safatle e Madre Esperança Garrido tendo um comprimento total de 1170m, e se divide em 3 partes distintas, uma onde o canal é totalmente fechado, uma segunda parte onde o canal é novamente aberto como no trecho 2 e uma terceira parte onde o canal volta a ser fechado.

Todo o canal é revestido de concreto, pelo menos aparentemente, pois não é possível saber o material dentro da galeria (parte fechada do canal), conforme a Figura 5.

Figura 5. Início da galeria

O comprimento da primeira parte do trecho 3 que é fechada é de 321m, o da segunda parte do trecho que é a parte aberta possui um comprimento 538m, e a terceira parte que volta a ser fechada possui um comprimento de 311m. Esse trecho se destaca pois nele atua as partes que podem agir como um regime fechado quando houver um nível de água elevado no canal, como existe uma parte aberta entre as duas fechadas, o início da parte aberta acaba sendo o mais afetado por enchentes, ver Fig. 6 e 7.

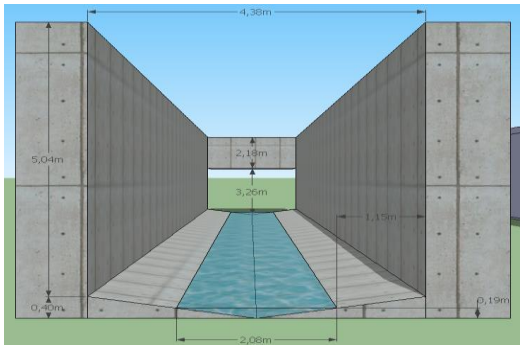


Figura 6. Representação do Corte do trecho 3

Figura 7. Vista do trecho 3

A Figura 8 ilustra o trecho 4 compreende entre o cruzamento da Avenida Raulina e a Rua Madre Esperança Garrido e a Rua Ricardo Paranhos. É o trecho final e tem sua vazão aumentada, por influência de um outro canal que deságua nele situado lateral ao Estádio Genervino da Fonseca.

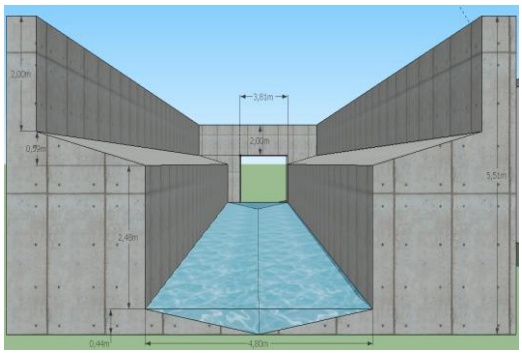


Figura 8. Representação do Corte do trecho 4

Este trecho possui um comprimento de 192m. Também foi feito com paredes de concreto, mas como é alimentado por outro canal tem sua largura bastante aumentada, para suportar maiores volumes de água.

Figura 9. Vista do trecho 4

A Figura 9 mostra o trecho que está situado o terminal de ônibus, construído sobre o canal. O trecho do terminal não possui um alargamento extenso como no início e no fim do canal, o que pode ser a causa de algumas consequências, como o transbordamento do canal, apesar de haver um superalargamento no final, mas que por vezes, acaba sendo insuficiente. Este é o trecho onde o canal termina e deságua, no seu final há uma diminuição de seção e um bloco de concreto, o que pode ser considerado como um dissipador de energia para causar menos danos no local onde deságua

2.3. Tratamento dos Dados Experimentais em Contraponto aos Equacionamentos Teóricos

Foram avaliados vários fatores e dados no estudo, como alguns podemos citar a área e perímetro molhado, que são a área útil do escoamento na seção. O perímetro molhado é a linha que limita a seção molhada junto às paredes e no fundo e não abrangendo a superfície livre. Com esses dados podemos calcular o raio hidráulico que é a razão entre a área e o perímetro molhado.

Os parâmetros geométricos da seção transversal têm grande importância e são largamente usados nos cálculos dos canais. Quando as seções têm forma geométrica definida (caso dos canais artificiais) podem ser matematicamente expressos pelas suas dimensões e profundidade da água. A profundidade do escoamento é a distância entre o ponto mais baixo da seção do canal e a superfície livre. Como dito anteriormente o canal de estudo por inteiro não apresenta uma uniformidade na sua seção, mas há trechos uniformes.

Para a medida da velocidade teórica do canal, utiliza-se a fórmula de Manning, caracterizada pela Eq. (1). Onde "U" é a velocidade, "n" o coeficiente de rugosidade, "Rh" o raio hidráulico e "i"

$$U = \frac{1}{n} \cdot R_h^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

(1)

Além disso foram feitos medidas experimentais de velocidade em alguns trechos do canal, pelo chamado método do flutuador para cálculo da velocidade, obtendo a velocidade na superfície da lâmina d'água. Para fins de comparação será calculado a velocidade pela fórmula de Manning.

Nos canais de esgoto devem evitar-se as pequenas velocidades que causam a deposição da descarga sólida, o que pode ocasionar mau cheiro. Ás vezes as grandes dimensões da seção originam pequenas velocidade em virtude da grande largura do fundo. O formato triangular do fundo do canal, na parte de paredes de concreto auxilia neste aumento de velocidade para que não haja esses acúmulos. Apesar disso próximo ao local nota-se um mal cheio em alguns pontos

Quando as vazões são elevadas e não existe boa fundação (inexistência de rocha) são adotadas as bacias para dissipar a energia, na jusante do canal. Como o comprimento, regra geral, é muito grande, costuma dotar-se as bacias dissipadoras de elementos construtivos que, atuando no ressalto, diminuem o comprimento, a velocidade e a cota da plataforma, além de uniformizarem a distribuição das velocidades. No fim do canal do Pirapitinga há um bloco de concreto colocado e também uma diminuição da seção o que, propositalmente ou não, ajuda na dissipação da energia atuando como um bloco amortecedor.

. Através destes dados é possível obter os resultados através da equação de Manning. Nesta analise procuramos definir a vazão e a velocidade para cada trecho. Na Equação (1) uma das incógnitas necessárias é a inclinação "i" essa inclinação do relevo foi obtida através da Google Earth, uma vez que o programa fornece a altitude dos pontos em estudo. Além desta diferença de relevo, deve também ser levada em conta, a diferença de profundidade do canal no início e no fim (considerando o nível da rua). O coeficiente de rugosidade foi adotado o do concreto para todos os trechos, com valor de 0,016 ($m/s^{1/3}$).

Para a coleta dos dados experimentais foi adotado a Eq. (2), para determinação da velocidade, onde "L" é o comprimento e "t" representa o tempo que o flutuador PET gastou para percorrer o espaço "L", adotado como 30 metros nos 4 trechos discriminados neste estudo.

$$V = \frac{L}{t}$$

(2)

Para determinação da vazão a Eq. (3) parametrizou os dados das velocidades, oriundas do método teórico da formula de Manning e pela coleta experimental do flutuador PET. Sendo "Q" igual a

vazão, "V" a velocidade e "A" área. Todas a unidades são calculadas obedecendo o SI.

$$Q = V \cdot A$$
(3)

Tabela 1. Dimensões geométricas do canal no trecho 1

Altura de coluna d'água - h (cm)		
Margem Direita	Margem Esquerda	Média
13,6	14,7	12,1
10,4	11,8	
10,4	11,5	

Tabela 2. Dados do trecho 1

Área (m^2)	Pm (m)	Rh (m)	Comprimento Trecho (m)	i (m/m)
0,32	2,90	0,11	766	0,009

Tabela 3. Velocidade experimental trecho 1

Tempo (s)	V (m/s)
31,32	0,96
30,10	1,00
30,29	0,99
Média:	0,98

Através da Equação (1) e os dados da Tab. 2 definiu-se a velocidade teórica do trecho 1 com valor igual a 1,36 m/s, para a coleta experimental a velocidade esta discriminada na Tab. 3

Tabela 4. Dimensões geométricas do canal no trecho 2

Altura de coluna d'água - h (cm)		
Margem Direita	Margem Esquerda	Média
10	14,2	12,6
9,7	10	
10,1	9,9	

Tabela 5. Dados do trecho 2

Área (m^2)	Pm (m)	Rh (m)	Comprimento Trecho (m)	i (m/m)
0,70	6,54	0,4	496	0,0042

Tabela 6. Velocidade experimental trecho 2

Tempo (s)	V (m/s)
18,28	0,74
13,11	1,03
13,06	1,03
Média:	0,93

Através da Equação (1) e os dados da Tab. 5 definiu-se a velocidade teórica do trecho 2 com valor igual a 0,94 m/s, para a coleta experimental a velocidade esta discriminada na Tab. 6

Tabela 7. Dimensões geométricas do canal no trecho 3

Altura de coluna d'água - h (cm)		
Margem Direita	Margem Esquerda	Média
19,4	19,9	19,6

Tabela 8. Velocidade experimental trecho 3

Área (m^2)	Pm (m)	Rh (m)	Comprimento Trecho (m)	i (m/m)
0,20	2,12	0,09	1170	0,009

Tabela 9.Velocidade experimental trecho 3

Tempo (s)	V (m/s)
18,10	1,66
20,10	1,46
21,52	1,39
Média:	1,51

Através da Equação (1) e os dados da Tab. 8 definiu-se a velocidade teórica do trecho 3 com valor igual a 1,19 m/s, para a coleta experimental a velocidade esta discriminada na Tab. 9

Tabela 10. Dimensões geométricas do canal no trecho 4

Altura de coluna d'água - h (cm)
Final
44

Tabela 11. Dados do trecho 4

Área (m^2)	Pm (m)	Rh (m)	Comprimento Trecho (m)	i (m/m)
1,06	4,88	0,22	192	0,07

Tabela 12. Velocidade experimental trecho 4

Tempo (s)	V (m/s)
52,34	1,01
54,12	0,98
51,13	1,04
Média:	1,01

Através da Equação (1) e os dados da Tab. 11 definiu-se a velocidade teórica do trecho 3 com valor igual a 1,76 m/s, para a coleta experimental a velocidade esta discriminada na Tab. 12

3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Foi constatad~~o~~a uma diferença de 23,30% para velocidades calculadas pela formula de Manning e a

e pelas velocidades aferidas experimentalmente e uma diferença de 23,81% para o cálculo das vazões.

Uma das causas para esta diferença se dá em função do terminal que delimita, de certa forma, o volume máximo e a velocidade de fluido se o canal encher totalmente, pois diminui a área de seção, aumentando a velocidade, confina o líquido de forma a considerarmos um trecho em conduto fechado aumentando a velocidade do líquido, podendo ocasionar fortes erosões no canal. Netto et at. (1998) argumenta contundentemente que par canais dessa complexidade são necessários estudos experimentais e apoio de especialistas no assunto. Na pratica observa-se que o canal não atende em períodos de chuva critica a demanda de coleta da região, como dito anteriormente, o fim do canal apresenta obstruções de ordem significativa no escoamento. Sugere-se um estudo para identificação de soluções para o problema das enchentes. Todos os valores da Tab. 13 são em m/s.

Tabela 13. Comparação das velocidades

Velocidade	Trecho	Trecho	Trecho	Trecho
	1	**2**	**3**	**4**
Manning(V)	1,36	0,94	1,19	1,76
Experimental	0,98	0,93	1,51	1,01

REFERÊNCIAS

BAPTISTA, M. B; COELHO, M. M. L. P. Fundamentos de Engenharia Hidráulica. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2006.

FERNANDES, F.M et al. Determinação da Vazão do Rio Samambaia em Catalão Pelo Método do Flutuador: ENPEEX, 2013.

GARCEZ, L. N. Elementos de Mecânica dos Fluídos: Hidráulica Geral. 2. ed.: Edgard Blucher. 449p.

NETTO, J. M. A. *et al.* Manual de Hidráulica. 8. ed.: Edgard Blucher, São Paulo, 1998.

RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

HYDRAULIC PARAMETERS OF PASSAGE PLUMBER RIVER PIRAPITINGA CATALAN OF CITY

Fernandes, Felipe Moysés[1], moyses.fernandes@hotmail.com
Soares, Adriano [1]
Júnior, Renato Camilo das Mercês [1]
Prefeito, Isabela Gurgel[1]
Machado, Maurício Moysés[2]
Paiva, Ed Carlo Rosa[1]

[1]Universidade Federal de Goiás-Departamento de Engenharia Civil-Regional Catalão-GO
[2]Faculdade de Engenharia de Minas Gerais -Departamento de Engenharia de Produção Catalão-GO

***Abstract**. This work aimed to study the Pirapitinga Stream channel located on the entire Avenue Raulina Fonseca Paschoal, in the city center of Catalan -GO , the central focus was to use the methodology for obtaining data , demonstrate analyze and interpret in detail their characteristics stretch of the stretch and treatment of experimental data as opposed to the balances between theoretical , aiming to score its benefits and harms . This data collection can elucidate some problems as the flow of water of this channel targeting the floods in rainy day*

***Keywords**: watercourse, Pirapitinga, Raulina, Brook, Catalão.*

PANORAMA DO SISTEMA PRISIONAL BRASILEIRO: mapeamento sistêmico das condições atuais e suas características construtivas

PEREIRA, Ruvier Rodrigues, ruvierrodrigues@hotmail.com[1]
PAULA, Heber Martins de[2]

[1]*Engenharia Civil - FENAD, Universidade Federal de Goiás - RC*
[2]*Engenharia Civil - FENAD, Universidade Federal de Goiás - RC*

Resumo: *O sistema prisional brasileiro está com um grande déficit de vagas, fato este que gera a superlotação das unidades prisionais. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o estado da arte do sistema prisional brasileiro e realizar um levantamento de dados bibliográficos nacionais e internacionais que norteiam quanto à elaboração de projetos e a escolha de métodos construtivos de edificações prisionais. Para tanto, foi realizado o mapeamento sistêmico, dentro das principais bases de dados de periódicos, avaliando as tendências arquitetônicas e construtivas das prisões. Além disso, foram consultados nas normas propostas pelos órgãos responsáveis pelo sistema prisional. Em linhas gerais pode-se observar que são poucos os estudos que norteiam quanto à elaboração correta de projetos e execução de presídios, além disso, destacam que esse fator está diretamente relacionado às rebeliões.*

Palavras-chave: *sistema prisional brasileiro, arquitetura prisional, construção de prisões*

---

1. INTRODUÇÃO

O sistema prisional brasileiro encontra-se num cenário de precariedade e insalubridade. A proliferação de doenças graves, situações desumanas, violência sexual, grande presença de drogas são reflexos negativos desse cenário. A superlotação do sistema prisional é o principal responsável por essa situação, que além de tudo, é responsável pelas constantes rebeliões e fugas (CAMARGO, 2006). O aumento da criminalidade aliado ao déficit de espaços físicos adequados são fatores preponderantes para tal superlotação.

Para tentar evitar a superlotação do sistema carcerário, a elaboração dos projetos arquitetônicos devem seguir algumas diretrizes estabelecidas pelo Ministério da Justiça. O primeiro órgão da execução penal é o Conselho Nacional de Política Criminal e Penitenciária (CNPCP). O CNPCP é responsável por uma nova política criminal através de avaliações do sistema existente, elaborando planos coordenados de controle da criminalidade por parte do governo (BRASIL, 2011; SUN, 2008).

Um projeto de um edifício prisional além da arquitetura engloba: a escolha de um sistema construtivo e de materiais que garantam desempenho, qualidade, segurança e economia. Para ilustrar as mudanças ocorridas, Tenório Filho *et al*. (2014) citam as construções do Brasil Colônia, em que as paredes possuíam espessuras de até 1,5 m para resistirem as cargas das quais eram solicitadas. Com o desenvolvimento de novos materiais e tecnologias, é possível executar paredes de prisões de até 8 cm de espessura em concreto de alta resistência.

A escolha da arquitetura e do sistema construtivo está, portanto, diretamente ligado à eficiência e segurança do edifício prisional. A arquitetura deve ser pensada, além de tudo, para proporcionar visibilidade e segurança aos agentes penitenciários, para que possa ser realizado o correto monitoramento de todo o edifício. Já o sistema construtivo, deve ser tal que os materiais empregados não sejam utilizados como aliados na fuga, seja por apresentarem baixa resistência, ou na confecção de armas, por exemplo.

O presente estudo tem por objetivo apresentar uma visão do atual sistema prisional brasileiro, além de realizar um levantamento de dados bibliográficos nacionais e internacionais que norteiam a elaboração de projetos e a escolha de métodos construtivos de edificações prisionais.

2. METODOLOGIA

Com o intuito de analisar o sistema prisional brasileiro foi realizado um levantamento histórico das prisões no Brasil. Por conseguinte, foram analisados os dados referentes ao sistema prisional

brasileiro, disponibilizados pelo Ministério da Justiça do Brasil.

Por fim, foi aplicado o método denominado de *mapping study*, ou mapeamento sistêmico, proposto por Bailey *et al*., (2007) e Peterson *et al*., (2008), como metodologia para identificação dos principais pontos de estudos e publicações sobre o tema. Esse método consiste em uma busca sistemática em base de dados que dispõem de um vasto acervo de publicações e que possibilitem a pesquisa de arquivos através de termos lógicos.

Para o estudo foram utilizadas as seguintes bases de dados: Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Scopus, Scielo e Science Direct. Não houve nenhuma restrição quanto ao tipo de publicação, a fim de colher o maior número de materiais.

As expressões utilizadas na busca foram: "*prison architecture*" e "*prison construction*". Ambas expressões foram escolhidas através de uma leitura previa sobre o assunto em discussão.

Em posse dos dados, foi realizada uma leitura dos títulos para uma prévia seleção, analisando o tema tratado e a presença de arquivos repetidos. Por conseguinte, a seleção foi realizada através dos resumos, analisando efetivamente o conteúdo dos arquivos. Assim, realizou-se a leitura na integra dos artigos selecionados, analisando tópicos em comuns entre os artigos.

3. RESULTADOS

3.1. Histórico das Prisões Brasileiras

As prisões, por séculos, serviam para guarda de escravos, para prisioneiros de guerra ou ainda para custódia dos réus até o julgamento, de onde teriam pena de morte ou decapitação de membros como punição. Tais punições por não intimidar mais, e aliadas a críticas de filósofos, foram substituídas por reclusão (SUN, 2008).

A evolução do sistema prisional brasileiro é apresentada através de imagens que ilustram o espaço penal nas seguintes épocas: Período Colonial, Império, República e transformações recentes, dispostas na Tabela 1.

Tabela 1. Linha do tempo do sistema prisional brasileiro. Fonte: VIANA, 2009 (Adaptado).

1500 - PERÍODO COLONIAL
1785 - Inauguração da Casa de câmara e cadeia de Ouro Preto
1808 - IMPÉRIO
1855 - Inauguração da Casa de Detenção do Recife
1889 - REPÚBLICA
1956 - Inauguração da Casa de Detenção de São Paulo (Carandiru)
A partir de 1970 - TRANSFORMAÇÕES RECENTES
2002 - Inauguração do Centro de Readaptação Penitenciária de Presidente Bernades, SP

3.2. Condições do Sistema Carcerário Brasileiro

O *International Centre for Prison Studies* (ICPS) de Londres realizou pesquisas a respeito da situação das prisões, contribuindo para a melhoria da política e prática em prisões no mundo. De acordo com o ICPS de 2013 e com o Conselho Nacional de Justiça (CNJ) de 2014, o Brasil possuía a quarta maior população carcerária do mundo (Tabela 2).

Tabela 2. Ranking países com maior população carcerária. Fonte: ICPS, 2013; BRASIL, 2014 (Adaptado).

Ranking	País	População Carcerária
1	Estados Unidos da América	2.228.424
2	China	1.701.344
3	Rússia	671.700
4	Brasil	563.526
5	Índia	411.992

Não há espaço físico suficiente para abrigar toda essa população carcerária, fato este que decorre de vários anos. A InfoPen – Estatística, do Ministério da Justiça, traz o registro de indicadores gerais e preliminares sobre a população penitenciária do país. Tomando como base os dados disponibilizados pela InfoPen de 2000 a 2012, e do CNJ de 2014 foi possível, representar (Figura 1), o quantitativo da população carcerária, o número de vagas disponibilizadas e o *déficit* das mesmas no período de 2000 a 2014.

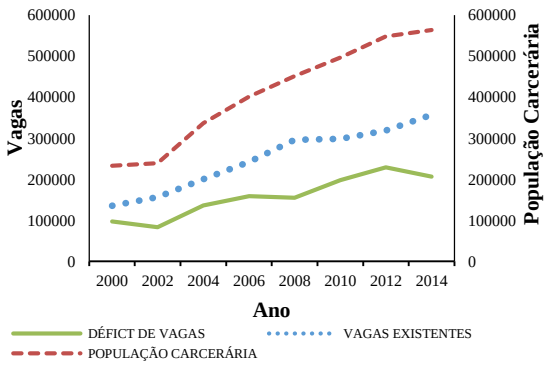


Figura 1. População carcerária, vagas existentes e déficit de vagas do sistema prisional brasileiro. Fonte: BRASIL, 2012; BRASIL, 2014 (Adaptado).

Percebe-se então que a superlotação no Brasil é um fato que vem se arrastando nos últimos anos como, por exemplo, em 2014 só haviam vagas para 64% da população carcerária. Outro dado alarmante é a quantidade de mandados de prisão em aberto, que de acordo com o CNJ, em 2014, o número foi de 373.991. Caso estes mandados fossem executados totalizariam 937.517 presos, passando o sistema atender somente 38% da população carcerária. Esses dados não estão levando em consideração o total de 147.937 pessoas em prisão domiciliar (BRASIL, 2014).

O poder público apresenta algumas medidas para uma reforma prisional, de modo a melhorar as condições dos espaços penais, tentando garantir o objetivo desses espaços: a ressocialização do detento. Para que isso realmente possa ocorrer é necessária uma revisão de todo o sistema, entendimento e atualização dos paradigmas do espaço penal para que se possam estreitar as relações entre sistema penal, arquitetura e prática (VIANA, 2009).

Em 2011 o CNPCP publicou uma revisão da normatização da arquitetura prisional: Diretrizes básicas para arquitetura penal. A respeito da arquitetura, a normatização ressalta a importância de desenvolver um projeto que facilite sua administração e manutenção, influindo no comportamento das pessoas, favorecendo o mínimo de conforto, garantindo o grau de segurança necessários e utilizando soluções viáveis (BRASIL, 2011).

Apesar do Ministério da Justiça disponibilizar alguns documentos e normas, o tema arquitetura penal, ainda possui poucos materiais bibliográficos, evidenciando a superficialidade com que o assunto é tratado (VIANA, 2009). A arquiteta Suzann Cordeiro, em uma entrevista ao site Massa Cinzenta em 2014, do Cimento Itambé, afirma que no Brasil há poucas referências, disciplinas sobre esse assunto, pois, segundo a arquiteta, há uma discriminação sobre o tema. Outro fator é o sigilo em que são tratados os projetos, fato esse que inviabiliza muitos avanços técnicos e tecnológicos na área (SANTOS, 2014).

3.3. Mapeamento Sistêmico da Literatura

Visto o estado crítico do sistema prisional brasileiro, é necessário, então, realizar a ampliação do sistema, seja com reforma e ampliação ou construção de novos edifícios prisionais. Assim, a arquitetura aliada a um sistema construtivo eficiente, é capaz de suprir a maioria das necessidades. O mapeamento sistêmico vem então, da necessidade de encontrar mais materiais bibliográficos, referente ao assunto.

O mapeamento está representado na Tabela 3. Através desses dados realizou-se o levantamento do quantitativo de publicações anuais, ao qual está representado no Figura 2.

Tabela 3. Resumo dos resultados obtidos das pesquisas nas bases de dados por expressão-chave utilizada.

Bases de dados	"*Prison architecture*"		"*Prison construction*"	
	Inicial	**Título Aderente**	**Inicial**	**Título Aderente**
Periódicos CAPES	56	42	113	45
Scopus	17	7	32	3
SCIELO	2	1	29	1
Science Direct	28	4	84	3
TOTAL	103	54	258	52
Títulos sem repetições	35		48	
Artigos selecionados após leitura do título e resumo	17		21	

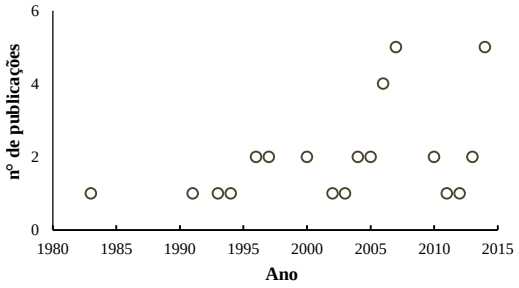


Figura 2. Número de publicações anuais.

Através da Figura 2 percebe-se uma pequena quantidade de estudos realizados por ano na área de arquitetura e construção prisional. Mesmo observando que a partir dos anos 2000 houve um crescimento importante nas publicações, ainda assim, não são capazes de analisar e discutir os principais temas relacionados a arquitetura e sistemas construtivos de prisão.

Após a leitura dos artigos foram identificados alguns tópicos em comum entre os mesmos e quantificados, conforme apresentado na Figura 3.

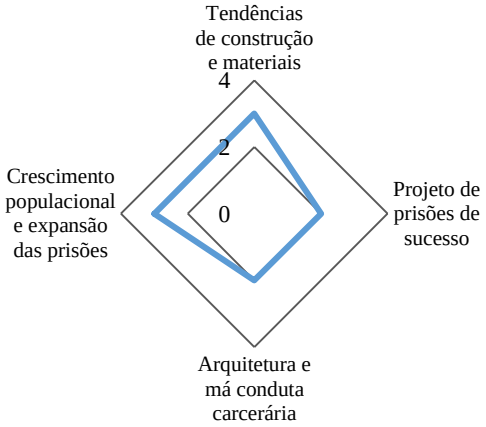


Figura 3. Relação artigos que abordam temas semelhantes.

Um ponto a ser destacado, a partir da leitura dos artigos, a relação direta entre o crescimento populacional e da população carcerária, fato este que provoca a necessidade de expandir o sistema prisional existente. A decisão de construir novas prisões, de acordo com Benton e Silberstein (1983) está relacionada a três fatores:

- *fatores aceleradores* - são os fatores que aumentam a necessidade de nova construção ou adequação como, por exemplo, falhas em programas alternativos para prisões; necessidade de melhorar ou especializar as instalações; decisões judiciais que exijam abandono das instalações ou que limitam o número de prisioneiros; incidentes e distúrbios; e crescimento geral da população.
- *buffers* - permite a expansão de populações carcerárias em estruturas já existentes, sem o desenvolvimento de novas instalações. Existem dois grandes fatores de *buffer*, que são o excesso de capacidade e flexibilidade da definição da capacidade.
- *Fatores inibidores* – são os outros fatores que diminuem a construção de novas prisões, que podem ser influenciadas por valores políticos; limitação orçamentária; oposição relacionada ao local de implantação; tamanho absoluto da população prisional; e limitações regulamentares.

Um exemplo da necessidade de ampliação do sistema prisional foi apresentado por Steinhauer (2007) em um artigo para o jornal *The New York Times*, publicado na Califórnia em 2007. O texto relata a aprovação do maior programa para a construção de uma única prisão nos EUA, com capacidade para 53.000 leitos. Tal programa aliviaria o sistema prisional existente, bem como

teria espaço livre para programas de reabilitação para os presos.

No mesmo ano, na Grã-Bretanha, um artigo da revista *The Economist* (2007) apresentou os planos para a construção de novas prisões. Essas prisões foram denominadas de "*Titans*", sendo duas vezes maiores que as existentes, abrigando cada uma, 2.500 detentos.

Como os estados lutam para ficar um passo à frente do crescimento da população, uma análise das tendências mostra que as prisões em construção hoje são muito diferentes das instalações construídas no passado. Os projetos passaram a incluir o uso de pré-moldados e materiais pré-fabricados, tais como as células 3D feitas de concreto ou metal, que se encaixam, simplificando a construção, reduzindo os custos e tempo, com isso, acelerando o processo (DALLAO, 1997; COOK, 1997).

Aliar o projeto à execução pode gerar uma melhora significativa no produto final. Existem alguns fatores que podem culminar em tal sucesso como, por exemplo, a análise minuciosa do projeto antes do início da obra; reunir arquitetos, engenheiros e equipe de construção ainda na fase de projeto; analisar opções mais rentáveis e funcionais; compatibilizar os projetos; desenvolver um plano de logística global; desenvolver uma programação completa da construção; incentivar a participação de empresas locais; e ter um controle orçamentário eficiente (MCQUADE e PIOTROWSKI, 1993).

Após a execução inicia-se a fase de ocupação, havendo outros fatores importantes para garantir o sucesso da edificação prisional como: a utilização de tecnologias recentes de vigilância, monitoramento eletrônico, número de funcionários suficientes para operar o sistema e a realização de classificação dos detentos em relação a ocupação das instalações prisionais (HOWELL e STRADER, 1996).

Um dos problemas que mais afeta o sistema prisional, na fase de utilização da edificação, é a má conduta carcerária. Estudos mostram que este problema está ligado a diversos fatores, dentre eles a arquitetura da edificação (Morris e Worrall, 2014). Wener (2000), sugere que a arquitetura prisional, a organização da prisão, e a relação funcionários/detento, podem influenciar a forma como os presos percebem sua situação (em particular, o quão seguro eles se sentem, necessidade de competir por recursos escassos e a probabilidade de sofrer das consequências de seus atos), culminando na probabilidade de uma ação violenta.

4. CONCLUSÕES

Visto o crescente aumento do déficit de vagas no sistema prisional brasileiro, percebe-se a necessidade de medidas que supram tais necessidades, diminuindo a superlotação das celas, fato este responsável pela maioria dos problemas do sistema.

A utilização de novos métodos construtivos, aliados a projetos bem desenvolvidos são capazes de eliminar a maioria dos problemas existentes no sistema prisional.

Assim, é possível desenvolver edificações mais eficientes, com custos baixos e com alto desempenho, o que constitui o escopo de uma pesquisa iniciada recentemente pelos autores desse artigo.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, S. N. 2011. *Sistema carcerário brasileiro:* A ineficiência, as mazelas e o descaso presentes nos presídios superlotados e esquecidos pelo poder público. Revista Visão Jurídica. Edição 59. Disponível em: <http://revistavisaojuridica.uol.com.br/advogados-leis-jurisprudencia/59/artigo213019-4.asp>. Acesso em: 25 mar. 2015.

BAILEY, J. et al. 2007. *Evidence relating to Object-Oriented software design:* A survey. First International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement. Computer Society.

BENTON, F. W.; SILBERSTEIN, J. A. 1983. State prison expansion: an explanatory model. *Journal of Criminal Justice*, U.S.A.v. 11, p. 121-128.

BRASIL. 2011. Ministério da Justiça. Conselho Nacional de Política Criminal e Penitenciária. *Diretrizes Básicas para construção, ampliação e reforma de estabelecimentos penais*. Brasília: CNPCP.

BRASIL. 2012. Ministério da Justiça. *Departamento Penitenciário Nacional – Sistema Integrado de Informação Penitenciária (Infopen). Brasília*. Disponível em: <http://portal.mj.gov.br/data/Pages/MJD574E9CEITEMIDC37B2AE94C6840068B1624D28407509CPTBRNN.htm>. Acesso em: 25 mar. 2015.

BRASIL. 2014. Ministério da Justiça. Conselho Nacional de Justiça (CNJ). *Novo diagnóstico de pessoas presas no Brasil. Brasília*. Disponível em: <http://www.cnj.jus.br/images/imprensa/pessoas_presas_no_brasil_final.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2015.

CAMARGO, V. C. 2006. *Realidade do sistema prisional no Brasil. Revista Âmbito Jurídico*, Rio Grande, 2006. Disponível em: < http://www.ambitojuridico.com.br/site/index.php?n

_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=1299 >. Acesso em: 23 mar. 2015.
COOK, H. 1997. A breakout for prison construction. *Building Design & Construction*, U.S.A. v. 38 (5), p. 54.
DALLAO, M. 1997. Prison construction trends: states building fewer but larger facilities. *Corrections Today*, Washington, U.S.A., v. 59(2), p. 70.
HOWELL, R. E.; STRADER, L. B. 1996. Texas and Oregon use different strategies to meet needs. *Corrections Today*, Washington, U.S.A.,v.58(2), p.102(3).
ICPS, International Centre for Prison Studies. 2013. *Highest to Lowest:* Prison Population Total. Disponível em: <http://www.prisonstudies.org/highest-to-lowest/prison-population-total?field_region_taxonomy_tid=All>. Acesso em: 25 mar. 2015.
MCQUADE, D. P.; PIOTROWSKI, R. 1993. Nine Steps to a successful prison construction project. *Corrections Today*, Washington, U.S.A.,v. 55 (4), p.90.
MORRIS, R. G.; WORRALL, J. L. 2014. Prison Architecture and Inmate Misconduct: A Multilevel Assessment. *Crime & Delinquency*, v. 60(7), p. 1083-1109.
PETERSEN, K. et al. 2008. *Systematic Mapping Studies in Software Engineering*. School of Engineering, Blekinge Institute of Technology. University of Bari, Italy, 26 - 27 June.
SANTOS, A. 2014. *Arquitetura penal obedece diretrizes específicas.* Disponível em: <http://www.cimentoitambe.com.br/arquitetura-penal-obedece-diretrizes-especificas/>. Acesso em: 24 fev. 2015.
STEINHAUER, J. 2007. California to address prison overcrowding with giant building program. *The New York Times*, Nova York, U.S.A., p.A18(L).
SUN, E. W. Y. 2008. *Pena, prisão, penitenciária.* 264 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília, 2008.
TENÓRIO FILHO, J. R. et al. 2014. Estado da arte dos sistemas construtivos de unidades penais de regime fechado no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., Maceió. *Anais...* Maceió: Antac, 2014. p. 1-10.
THE ECONOMIST. 2007. Shoulder to shoulder; Prison expansion. *The Economist (US)*, v. 385 (8558), p.40UK.
VIANA, L. Q. 2009. *A contribuição da arquitetura na concepção de edificações penais no Rio de Janeiro.* 2009. 325 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Arquitetura) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
Wener, R. 2000. Design and the likelihood of prison assaults. In L. Fairweather & S. McConville (Eds.), *Prison architecture: Policy, design, and experience*, Boston, (pp. 49-54). Boston.

RESPONSABILIDADE AUTORAL

"Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho".

OVERVIEW OF THE BRAZILIAN PRISON SYSTEM: mapping study of current conditions and their constructive features

PEREIRA, Ruvier Rodrigues, ruvierrodrigues@hotmail.com[1]
PAULA, Heber Martins de[2]

[1] Civil Engineering- FENAD, Federal University of Goias– RC
[2] Civil Engineering- FENAD, Federal University of Goias– RC

Abstract*. The Brazilian prison system is a huge deficit of spaces, fact that generates the overcrowding of prisons. The objective of this work was to evaluate the state of the art of the Brazilian prison system and conduct a survey of national and international bibliographic data that guide as to the project design and the choice of construction methods of prison buildings. Therefore, was performed a systemic mapping within the main periodical databases, evaluating the architectural and construction trends of prisons. Moreover, were consulted the rules proposed by agencies responsible for the prison system. Generally speaking, it can be seen that there are few studies that guide for proper project design and execution of prisons, moreover, point out that this factor is directly related to the rebellions.*

Keywords*: Brazilian prison system, prison architecture, prison construction*

ANÁLISE NÃO LINEAR DE CHAPAS ATRAVÉS DO MÉTODO DOS ELEMENTOS DE CONTORNO

Furtado, Amanda S., amandafurtado25@gmail.com[1]
Fernandes, Gabriela R.[2]

[1]*Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão (UFG/RC)*
[2]*Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão (UFG/RC)*

Resumo: *O presente trabalho apresenta a formulação não linear do Método dos Elementos de Contorno aplicada ao problema de chapas, apresentando um exemplo numérico de uma chapa submetida à compressão, onde são consideradas diferentes malhas, a fim de mostrar a convergência dos resultados. Na formulação apresentada usa-se o operador tangente consistente no cálculo da correção das deformações ao longo do processo iterativo necessário para alcançar o equilíbrio da chapa, o que gera uma convergência quadrática ao longo desse processo, alcançando a convergência com poucas iterações.*

Palavras-chave: *análise não linear, Método dos Elementos de Contorno, chapa*

1. INTRODUÇÃO

Os materiais utilizados na construção civil possuem um comportamento não linear, devendo-se utilizar leis constitutivas complexas para melhor representar seu comportamento quando sujeito a solicitações. Com isto, para obter-se a solução numérica de estruturas, têm-se vários métodos para a análise estrutural, entre eles o Método dos Elementos de Contorno (MEC). Em alguns casos a modelagem numérica da estrutura é bem mais simples com esse método, quando comparado com métodos usuais, sendo particularmente indicado em casos de concentração de tensão e modelagem em meio infinito.

Este método pode ser utilizado na resolução de problemas de análise de tensão, torção, temperatura, difusão, escoamento de fluidos, acústica, eletrostática, entre outros. Nesse trabalho, será feita uma análise não linear com o MEC de uma chapa tensionada.

2. FORMULAÇÃO NÃO LINEAR DO MÉTODO DOS ELEMENTOS DE CONTORNO

A deformação total ε_{ij} em uma análise não linear é a soma das deformações elástico-linear ε_{ij}^{e} e plástica residual ε_{ij}^{p} (Eq. 1). É importante ressaltar que a tensão verdadeira σ_{ij}^{v} está relacionada à deformação elástica ε_{ij}^{e}, enquanto a tensão de tentativa σ_{ij}^{t} à deformação total ε_{ij} e a tensão plástica σ_{ij}^{p} à deformação plástica ε_{ij}^{p}, todas através da Lei de Hooke (Eq. 2).

$$\varepsilon_{ij} = \varepsilon_{ij}^{e} + \varepsilon_{ij}^{p} \tag{1}$$

$$\sigma_{ij}^{m} = 2G\varepsilon_{ij}^{n} + \frac{2G\nu}{1-\nu}\varepsilon_{kk}^{n}\delta_{ij} \tag{2}$$

onde G é o módulo de elasticidade transversal, ν é o coeficiente de Poisson, δ_{ij} é a função Delta de Kronecker, i, j, k variam se 1 a 2 e $m = v, t, p$ quando $n = e,\ t\ , p$, respectivamente.

Obtêm-se os esforços normais verdadeiros atuantes N_{ij}^{v}, elásticos N_{ij}^{t} e iniciais N_{ij}^{p} integrando as tensões verdadeira σ_{ij}^{v}, de tentativa σ_{ij}^{t} e plástica σ_{ij}^{p} ao longo da espessura da chapa.

A relação entre as tensões e entre os esforços são semelhantes aos das deformações como pode ser visto nas Eqs. 3 e 4.

$$\sigma_{ij}^{t} = \sigma_{ij}^{v} + \sigma_{ij}^{p} \tag{3}$$

$$N_{ij}^{t} = N_{ij}^{v} + N_{ij}^{p} \tag{4}$$

O esforço elástico ainda pode ser calculado em função da deformação total (Eq. 5).

$$N_{ij}^{t} = \frac{\bar{E}}{1-\nu^{2}}\left[\nu\varepsilon_{kk}\delta_{ij} + (1-\nu)\varepsilon_{ij}\right] \tag{5}$$

A partir do Teorema de Betti tem-se a Eq. 6 onde N_{kij}^{*} e ε_{kij}^{*} são o esforço e a deformação correspondente à solução fundamental desenvolvida por Lord Kelvin, $i, j = 1,2,\ k = l, m$ e Ω é o domínio do sólido a ser considerado. As direções m e l, são, respectivamente, as direções normal e tangencial ao contorno onde está o ponto de colocação S.

$$\int_{\Omega}\left(N_{kij}^{*}\varepsilon_{ij}\right)d\Omega = \int_{\Omega}\left(N_{ij}^{t}\varepsilon_{kij}^{*}\right)d\Omega \qquad (6)$$

Substituindo a Eq. 4 em Eq. 6 e integrando por partes duas vezes obtém-se a Eq. 7, onde $u_{ki}(S,p)$ é o deslocamento na direção i de um ponto p devido a uma carga fundamental aplicada na direção k em um ponto S, p a força de superfície, Γ o contorno do elemento, b as forças de massa. Ressalta-se que todos os membros da equação com índice * referem-se à solução fundamental.

$$\frac{u_k(S)}{2} + \int_{\Gamma}\left[p_{kn}^{*}(S,P)u_n(P) + p_{ks}^{*}(S,P)u_s(P)\right]d\Gamma(P) = \int_{\Gamma}\left[p_n(P)u_{kn}^{*}(S,P) + p_s(P)u_{ks}^{*}(S,P)d\Gamma(P)\right]d\Gamma(P) + + \int_{\Omega}\left[u_{kn}^{*}(S,p)b_n(p) + \left[u_{ks}^{*}(S,p)b_s(p)d\Omega(P) - \int_{\Omega}\varepsilon_{kij}^{*}N_{ij}^{p}d\Omega \qquad (7)$$

onde n e s respectivamente, as direções normal e tangencial ao contorno.

Faz-se então a discretização do contorno em elementos, onde os deslocamentos e forças são aproximados por funções quadráticas, e do domínio com células triangulares, onde os esforços plásticos são aproximados por funções lineares e que envolvem pontos do contorno e internos.

Após esta discretização a equação integral (7) se transforma em equação algébrica. Após escrever a equação de u_k nas direções m e l em cada nó do contorno, encontra-se o sistema de equações matricial (Eq. 8)

$$[H]\{U\} = [G]\{P\} + \{T\} + [E]\{N^{P(local)}\} \qquad (8)$$

Onde $\{N^{P(local)}\}$ são os esforços iniciais nos nós da célula obtidos através da Lei de Hooke, os quais são definidos em cada nó da célula da seguinte forma: faz-se a solução elástico-linear da chapa, obtendo-se as forças normais da análise linear. Com essas forças, através da lei de Hooke, calcula-se o incremento de deformação $\Delta\boldsymbol{\varepsilon}$ para cada nó de célula. Então, através da lei de Hooke, obtém-se o incremento de tensão $\Delta\boldsymbol{\sigma}^{\mathbf{t}}$, com o qual verifica-se o critério de um modelo constitutivo encontrando-se o incremento de tensão verdadeiro $\Delta\boldsymbol{\sigma}^{\mathbf{v}}$**.** Utilizando-se a Eq. 3 tem-se o incremento de tensão inicial $\Delta\boldsymbol{\sigma}^{\mathbf{p}}$. Multiplicando $\Delta\boldsymbol{\sigma}^{\mathbf{p}}$ pela espessura da placa encontra-se o $\mathbf{N}^{\mathbf{P(local)}}$ de cada ponto.

O vetor {U} contém os deslocamentos nos nós dos elementos no contorno e {P} os esforços nesses mesmos nós.

Aplica-se as condições de contorno na Eq. 8, isolando as incógnitas em um vetor {X} e fazendo a troca de colunas das matrizes [H] e [G] resultando em:

$$[A]\{X\} = \{B\} + [E]\{N^{P(local)}\} \qquad (9)$$

Multiplicando ambos lados da equação pela inversa da matriz [A], tem-se a Eq. 10 com o vetor {X} isolado.

$$\{X\} = \{L\} + [R]\{N^{P(local)}\} \qquad (10)$$

onde $\{L\} = [A]^{-1}\{B\}$ (11)

$[R] = [A^{-1}][E]$ (12)

Já os esforços elásticos para todos os pontos da placa são obtidos a partir da sua equação algébrica do MEC, onde aplicando as condições de contorno e substituindo a Eq. 10 tem-se a Eq. 13

$$\{N^{e}\} = \{K\} + [S]\{N^{P(local)}\} \qquad (13)$$

onde $\{K\} = -[A^{*}]\{L\} + \{B^{*}\}$ (14)

$[S] = -[A^{*}][R] + [E^{*}]$ (15)

Para encontrar a solução do MEC, a equação de equilíbrio (Eq. 16) deve ser satisfeita para cada incremento de carga, a qual também é conhecida como equação de resíduos.

$$R_N = \{\Delta K\} - \left\{\Delta N^{v(MEC)}\right\} = 0 \qquad (16)$$

Quando a Eq. 16 for nula, com uma certa tolerância a ser adotada, obtêm-se o equilíbrio da chapa. O vetor {ΔK} contém o incremento das forças normais da análise elástico-linear e é definido na Eq. 14. O vetor $\{\Delta N^{v(MEC)}\}$ contém as forças normais verdadeiras na placa calculadas através da formulação não linear do MEC. Fazendo-se um rearranjo das equações anteriores obtém-se que a Eq. 16 pode ser reescrita como a Eq. 17.

$$R_N = 2\{\Delta K\} - [C_N]\{\Delta\varepsilon\} + +[S]\left([C_N]\{\Delta\varepsilon\} - \{\Delta N^{v}\}\right) + \{\Delta N^{v}\} \qquad (17)$$

onde $\{\Delta N^{v}\}$ é calculado para um determinado nó de célula, multiplicando-se as tensões verdadeiras pela espessura da chapa.

O problema é solucionado através do processo iterativo de Newton-Raphson, o qual possui uma convergência quadrática. Este consiste em aplicar uma correção no estado de deformações planas $(\delta\Delta(\varepsilon)_n^i)$ a cada iteração i. Calcula-se a correção a partir da Eq. 18.

$$\{\delta\Delta\varepsilon\}_n^i = -\left[\frac{\partial\{R_N\}_n^{i-1}}{\partial\{\Delta\varepsilon\}_n^{i-1}}\right]^{-1}\{R_N\}_n^{i-1} \qquad (18)$$

Logo, a matriz tangente consistente é dada pela Eq. 19.

$$[K^{TC}] = -\frac{\partial\{R_N\}_n^{i-1}}{\partial\{\Delta\varepsilon\}_n^{i-1}} \qquad (19)$$

Derivando a Eq. 17 em relação ao incremento de deformação plana $\Delta\varepsilon$ tem-se a Eq. 20.

$$[K^{TC}]_n^i = [C_N] + [S\quad_N]\left(\left[C_N^{ep}\right]_n^{i-1} - -[C_N]\right) + \left[C_N^{ep}\right]_n^{i-1} \qquad (20)$$

Onde $\left[C_N^{ep}\right]_n^{i-1}$ é uma matriz quadrada, cuja diagonal principal é composta pelas matrizes elásto-plásticas dos N nós da célula e os outros termos são nulos. Para um ponto qualquer *k* da placa, $\left[C_n^{ep}\right]_k$ é dado pela Eq. 21.

$$\begin{aligned}\left[C_n^{ep}\right]_{k(n)}^{i-1} &= \frac{\partial N_n^{i-1}}{\partial\Delta\varepsilon_n^{i-1}} = \int_{-t/2}^{t/2}\frac{\partial(\sigma)_n^{i-1}}{\partial\Delta\varepsilon_n^{i-1}}dx_3 \\ &= \int_{-t/2}^{t/2}\left[C^{ep}\right]_{k(n)}^{i-1}dx_3 \\ &= t\left[C^{ep}\right]_{k(n)}^{i-1}\end{aligned} \qquad (21)$$

O vetor $\left[C^{ep}\right]_{k(n)}^{i-1}$ é obtido a partir do modelo constitutivo adotado, relaciona a tensão verdadeira com o incremento de deformação.

3. PROCESSO INCREMENTAL-ITERATIVO

Para encontrar a solução não linear de um incremento *n* segue o seguinte algoritmo para cada iteração *i*:

1) Cálculo dos incrementos de forças normais elásticas ΔK_n referente a todos os pontos nodais das células.

2) Quando *i = 0* é feito o cálculo dos incrementos de deformações totais $\Delta\varepsilon_n^{i+1}$, através da Lei de Hooke (Eq. 23).

$$\left\{\Delta N^{e(L)}\right\} = [C_N]\{\Delta\varepsilon\quad\} \qquad (23)$$

3) Quando $i \geq 1$: atualiza-se a matriz tangente global $[K_n^{TC(i)}]$ (Eq. 20) e faz-se o cálculo das correções $\{\delta\Delta\varepsilon\}_n^i$ (Eq. 18) que devem ser dadas ao incremento de deformação total, obtendo-se: $\{\Delta\varepsilon\}_n^{i+1} = \{\Delta\varepsilon\}_n^i + \{\delta\Delta\varepsilon\}_n^i$.

4) Para cada ponto nodal das células:

4.1) Verifica-se o modelo constitutivo para cada ponto de Gauss *ig* definido ao longo da espessura:

a) Obtém-se o incremento de tensão elástica $\{\Delta\sigma^e\}_n^{i+1} = [C]\{\Delta\varepsilon\}_n^{i+1}$ ($[C]$ é o tensor elástico obtido através da Lei de Hooke). Calcula-se então as tensões totais de tentativa $\{\sigma^e\}_n^{i+1} = \{\sigma^v\}_{n-1} + \{\Delta\sigma^e\}_n^{i+1}$ ($\{\sigma^v\}_{n-1}$ é o vetor de tensões verdadeiras do incremento anterior convergido).

b) Faz-se a verificação do modelo constitutivo com as tensões totais de tentativa de forma a obter as tensões verdadeiras $\{\sigma^v\}_n^{i+1}$ e o incremento desta $\{\Delta\sigma\}_n^{i+1} = \{\sigma^v\}_n^{i+1} - \{\sigma^v\}_{n-1}$ para o ponto em questão. Se a iteração não for elástica, atualiza-se também a relação constitutiva elasto-plástica $[C^{ep}]$.

4.2) É feito o cálculo do vetor dos incrementos de forças normais verdadeiras do ponto *k* $\left\{\Delta N_n^{v(i+1)}\right\}^k = t\Delta\sigma_n^{i+1}$, do vetor dos incrementos de forças normais plásticas do ponto *k* $\left\{\Delta N_n^{p(local)}\right\}^k = [C_N]\{\Delta\varepsilon\}_n^{i+1} - \left\{\Delta N_n^{v(i+1)}\right\}^k$ e da matriz $\left[C_n^{ep}\right]_k$ pela Eq. 21.

5) Repete-se o passo 4 para todos os pontos nodais das células.

6) Calculam-se os resíduos de forças normais R_N^i (Eq. 17). Se os resíduos não forem menor ou igual a tolerância adotada, é realizada uma nova iteração *i+1* a partir do passo 3. Caso o critério de convergência for verificado, passa-se ao incremento seguinte *(n+1)* retornando ao passo 1 com *i=0*.

Ao fim de cada incremento de carga, os incrementos de deslocamentos e forças de superfície que forem incógnitas no contorno da placa são obtidos através da Eq. 24, onde $\{\Delta L\}_n$ representa a resposta elástico-linear e $\left\{\Delta N^{p(local)}\right\}_n$ contém os vetores $\left\{\Delta N_n^{p(local)}\right\}^k$ de todos os pontos da placa.

$$\{\Delta X\}_n = \{\Delta L\}_n + [R_N]\left\{\Delta N^{p(local)}\right\}_n \qquad (24)$$

4. EXEMPLO NUMÉRICO

Como exemplo, tem-se uma chapa submetida a um esforço de módulo 1000 kN comprimindo as faces de menor comprimento. As dimensões da chapa são 0,2 m x 4 m x 2 m. Suas propriedades mecânicas são $\boldsymbol{E = 24000\,MPa}$, $\boldsymbol{\nu = 0,2}$ e os pontos da curva hardening sendo (0; 21), (0,6; 25) e (1; 24). O modelo constitutivo adotado foi Von Mises. São dados vários incrementos de carga até o momento em que a placa deixa de resistir.

Foram feitas três discretizações diferentes do elemento a fim de analisar a influência da discretização nos resultados. A primeira com 16 nós no contorno e 16 células triangulares (ver Fig. 1). A segunda com 28 nós no contorno e 64 células

triangulares (ver Fig. 2). E a última com 32 nós no contorno e 80 células triangulares (ver Fig. 3).

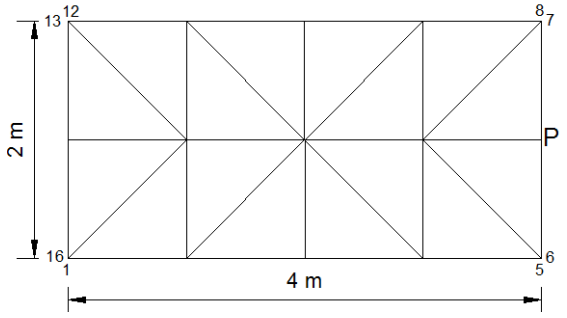


Figura 1. Discretização da chapa com 16 nós no contorno e 16 células.

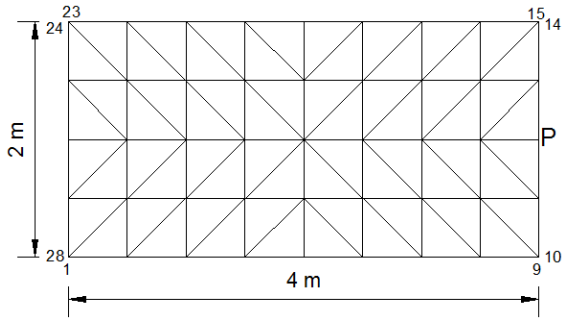


Figura 2. Discretização da chapa com 28 nós no contorno e 64 células.

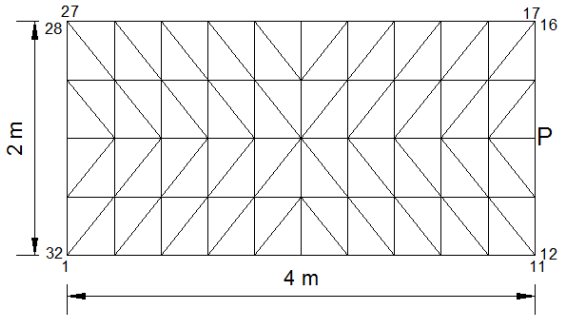


Figura 3. Discretização da chapa com 32 nós no contorno e 80 células.

5. RESULTADOS

O Gráfico 1 a seguir relaciona a força em kN com o deslocamento correspondente em cm no ponto P (ver Fig. 1, 2 e 3) para cada uma das três discretizações feitas.

Nota-se que em todos os três casos o deslocamento gerado pela força enquanto o elemento ainda se encontrava no estado elástico foi semelhante. Portanto, o comportamento elástico não é influenciado pela discretização.

Entretanto, na fase plástica, a discretização com 16 células divergiu um pouco da encontrada nos outros dois casos. Para as outras duas discretizações, os resultados foram bem semelhantes. Vale ressaltar que na discretização com 32 nós no contorno e 80 células, o elemento deixa de resistir 5 kN de força antes do que com a discretização de 28 nós no contorno e 64 células.

Portanto, em malhas de discretização mais simples, a força resistente será maior do que a que o elemento realmente suporta. Pode-se concluir que quanto mais refinada for a discretização melhores serão os resultados.

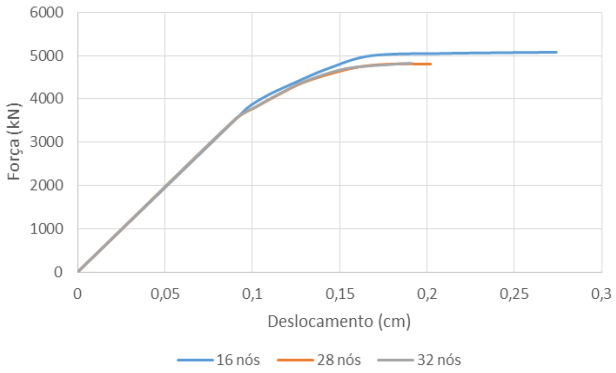


Gráfico 1. Comparação dos resultados obtidos nas discretizações

REFERÊNCIAS

BREBBIA, C. A., DOMINGUEZ, J. *Boundary Elements – An Introductory Course.* Computational Mechanics Publication - Mc Graw-Hill Book Company: 1989.

FERNANDES, G.R. *O método dos elementos de contorno aplicado à análise não linear de placas.* São Carlos. 178p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo: 1998.

FERNANDES, G. R. *Análise não-linear de estruturas de pavimentos de edifício através do método dos elementos de contorno.* Tese (Doutorado) - EESC-USP, 2003.

FERNANDES, G.R. *Introdução ao Método dos Elementos de Contorno (material didático).* FEIS – UNESP, Ilha Solteira: 2005.

FERNANDES, G. R., VENTURINI, W. S. Non-linear boundary element analysis of floor slabs reinforced with rectangular beams. *Engineering Analysis with Boundary Elements*. , v.31, p.721 - 737, 2007.

FERNANDES, G. R., de SOUZA NETO, E. A. Self-consistent linearization of non-linear BEM formulations with quadratic convergence. *Computational Mechanics* v.52, p.1125 - 1139, 2013.

RESPONSABILIDADE AUTORAL

"Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho".

NON-LINEAR ANALYSIS OF STRETCHED PLATES USING THE BOUNDARY ELEMENT METHOD

Furtado, Amanda S., amandafurtado25@gmail.com[1]
Fernandes, Gabriela R.[2]

[1]Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão (UFG/RC)
[2]Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão (UFG/RC)

***Abstract**: This paper presents the non-linear formulation of the Boundary Element Method applied to the stretched plate problem, presenting a numerical example of a plate submitted to compression, where different meshes are considered, in order to show the convergence of the results. In the formulation presented, the consistent tangent operator is used to compute the strain corrections considered along the iterative process required to reach the plate equilibrium, which leads a quadratic convergence over this process, reaching the convergence with a few number of iterations.*

***Keywords**: nonlinear analysis, Boundary Element Method, stretched plate*

ANÁLISE DO HISTÓRICO DE DESENVOLVIMENTO DE MODELOS DE APARELHO DE INDERBITZEN PARA A CONFECÇÃO DE TABELAS COMPARATIVAS

Silva, Ana Paola do Nascimento, anapaolans@gmail.com[1]
Melo, Maria Tereza da Silva [2]

[1]Universidade Federal de Goiás / Regional Catalão
[2]Universidade Federal de Goiás / Regional Catalão

Resumo: *O estudo dos processos erosivos é de fundamental importância para o entendimento dos fatores que o propiciam. Desta forma, a partir de sua compreensão é que se torna possível desenvolver alternativas capazes de minimizar seus efeitos sobre o espaço. E de acordo com esta necessidade é que foi proposto o aparelho de Inderbitzen, a fim de simular uma situação real de erodibilidade em laboratório, para a obtenção de resultados que representassem de modo semelhante o fenômeno de erosão ocorrido na natureza. Neste contexto, o presente trabalho tem o objetivo de reunir e expor dados e informações acerca do aparelho de Inderbitzen desde seu desenvolvimento em 1961 até novas propostas de equipamentos que foram idealizadas por pesquisadores posteriores. Deste modo, a partir dos resultados serão confeccionadas tabelas comparativas que abrangerão semelhanças e divergências, evidenciando peculiaridades no trabalho de cada pesquisador, seja na montagem dos equipamentos, das amostras coletadas e na realização dos ensaios.*

Palavras-chave: *processos erosivos, aparelho de Inderbitzen, erodibilidade, tabelas comparativas.*

---

1. INTRODUÇÃO

O crescimento desordenado e sem planejamento das cidades brasileiras, tem agravado um fenômeno originalmente ambiental, a erosão. Este problema consiste no desprendimento e arraste das partículas dos solos pela ação principalmente da água da chuva, trazendo diversos prejuízos à sociedade, nos quais resultam na degradação do solo em termos físico-químicos, perda de fertilidade, assoreamento de cursos d'água ou até mesmo uma possível contaminação dos mananciais. (SILVEIRA, 2002)

A partir da necessidade de analisar e de se entender as características deste fenômeno natural, foram desenvolvidos testes para a avaliação da susceptibilidade erosiva dos solos, através de ensaios em laboratório. Estes ensaios são realizados com finalidades de conhecimento e caracterização do grau de erosão de um solo.

Uma proposta inicial de avaliação foi desenvolvida por Inderbitzen (1961), que idealizou um aparelho no qual leva seu nome. Outros pesquisadores, ao longo dos anos com a finalidade de ampliar o campo de pesquisa, desenvolveram seus aparelhos e modificaram alguns parâmetros adotados inicialmente por Inderbitzen (1961), de acordo com a necessidade do seu estudo e de seu campo de trabalho, seja na engenharia geotécnica, nas ciências agrárias, na geografia ou na geologia.

Essas modificações expandiram o estudo da erodibilidade, possibilitando uma análise mais detalhada de fatores relacionados à erosão hídrica que contribuem para ocasionar feições erosivas no solo.

2. DESENVOLVIMENTO

O meio ambiente está continuamente se transformando e se recriando, através de fatores internos e externos a ele, sendo assim, estas transformações são responsáveis pela manutenção de seu equilíbrio.

Nesse sentido, a erosão dos solos também se caracteriza por ser um processo natural e está intimamente ligada a esse equilíbrio, por influenciar nos processos de formação dos solos, mantendo nivelada a quantidade erodida e a recomposta. (CAMAPUM DE CARVALHO *et. al.* 2006)

De acordo ainda com Camapum de Carvalho *et. al.* 2006, as erosões são classificadas em quatro grandes grupos, sendo elas: erosão hídrica, erosão eólica, erosão glacial e erosão organogênica. No entanto, neste trabalho será enfatizada a erosão hídrica, ocasionada pela intervenção das chuvas que geram a desagregação pelo efeito da gota e pelo escoamento superficial.

A erosão hídrica foi objeto de estudo para Inderbitzen (1961), diante da necessidade de avaliar a suscetibilidade deste fenômeno. Seu estudo foi de

suma importância para o maior entendimento deste tipo de erosão que ocorre em várias regiões do mundo e foi fundamental também para pesquisadores no Brasil, onde há uma vasta ocorrência de feições erosivas devido à erosão hídrica.

2.1. Metodologia proposta por Inderbitzen (1961)

INDERBITZEN (1961) foi o primeiro pesquisador a estudar e propor um modelo de avaliação da susceptibilidade erosiva do solo, através de ensaio laboratorial. Seu método consistia na montagem de um equipamento que permitisse simular a situação de erosão hídrica observada em campo dentro do laboratório para avaliar as condições que propiciam esse tipo de erosão e seus efeitos.

De acordo com INDERBITZEN 1961 *apud* LEMOS 2002 o aparelho proposto consiste em uma rampa metálica com dimensões de 76,20 cm de comprimento, com um furo central de 15,24 cm de diâmetro para o confinamento da amostra coletada em anel metálico, conforme Fig. 1. O aparelho ainda apresenta cantoneiras que possibilitam a variação do ângulo de inclinação da rampa.

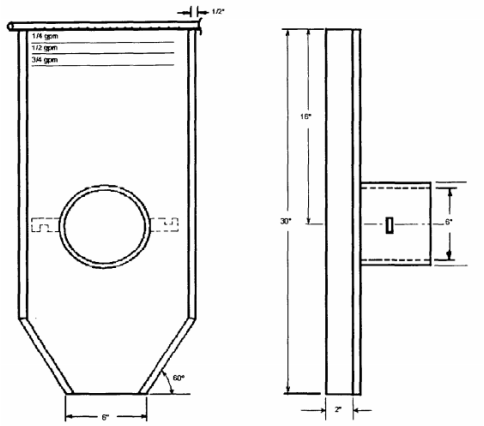


Figura 1. Modelo de aparelho proposto por Inderbitzen (1961). Adaptado de INDERBITZEN 1961 *apud* LEMOS 2002

Para assemelhar-se a um escoamento superficial, utiliza-se um tubo de cobre perfurado, de comprimento semelhante à largura da rampa, de onde sai um fluxo contínuo de água. (INDERBITZEN 1961 *apud* LEMOS 2002)

O ensaio consiste no escoamento de água através do tubo de cobre sobre a rampa metálica, simulando o escoamento superficial da chuva. Para proporcionar este escoamento utiliza-se um reservatório próximo à parte superior do plano, sendo mantida a vazão constante durante todo o ensaio que se dá por um período máximo de duas horas. (SILVEIRA, 2002)

O autor, ainda explica que no furo existente é colocada uma amostra de solo indeformada ou compactada, permitindo que sua superfície coincida com a superfície da rampa inclinada. Sendo assim, o material que é erodido através do escoamento é coletado pelo conjunto de peneiras em períodos previamente determinados. Deste modo, todo o material retido é colocado em recipientes e levados à estufa, para a obtenção de seu peso seco. A partir da obtenção dos valores do seu peso seco acumulado nos respectivos tempos, correlaciona-se os valores encontrados com o da área da amostra, assim será finalmente obtida a medida da erosão, pela Eq. (1), como apresentada pelo autor:

$$E = \frac{Ps}{A} \qquad (1)$$

Onde,
E – Medida da erosão (g/cm²);
Ps – Peso do solo seco (g);
A – Área superficial (cm²)

Através da medida da erosão (E), será possível avaliar a susceptibilidade erosiva, sendo que o mesmo método de ensaio será realizado para tipos diferentes de solos o que irá permitir observar e comparar como os processos erosivos atuam em variados solos, apontando qual variedade é mais propício à erosão.

De acordo com Lemos (2002), o trabalho de Inderbitzen (1961) possibilitou a análise de uma gama de parâmetros que podem ser alterados e/ou incrementados na análise de acordo com as necessidades de cada estudo, como: variação da declividade da rampa, alteração da vazão, do fluxo de água e as condições do solo (com ou sem proteção superficial, compactado e umidade). Esta possibilidade abriu espaço para vários pesquisadores desenvolverem seus aparelhos de Inderbitzen, alterando o projeto inicial e analisando parâmetros específicos dando um direcionamento singular a cada trabalho.

2.2. Metodologia proposta por pesquisadores brasileiros baseados em Inderbitzen (1961)

Um dos estudos pioneiros no Brasil, de acordo com Bastos (1999), foi o trabalho desenvolvido por Fonseca e Ferreira (1981). O equipamento foi trazido pelo engenheiro Salomão Pinto e construído com base no aparelho esboçado pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Portugal – LNEC.

Essa proposta desenvolvida já trazia algumas modificações nas dimensões da rampa que

possuíam 78 cm de comprimento e 34 cm de largura, conforme Fig. 2.

Figura 2. Modelo de aparelho proposto por Fonseca e Ferreira (1981). Adaptado de FONSECA E FERREIRA 1981 *apud* LEMOS 2002

De acordo com o ensaio descrito por FONSECA e FERREIRA 1981 *apud* LEMOS 2002, todo o processo foi realizado a partir da retirada de amostras de solo com diâmetro de 15,24 cm e altura de 4,6 cm. As amostras possuíam uma peculiaridade por serem retiradas em três condições de umidade: natural, pré-saturada e ressecamento prévio.

O autor ainda destaca que foram realizadas duas séries de ensaios com a inclinação da rampa variando de 44º e 59º, considerando para cada série, vazões entre 59 e 314 cm³/s e intervalos de tempo de 5, 15, 30, 60 e 120 minutos de ensaio.

Outro pesquisador no qual seu estudo apresenta bastante relevância é Fácio (1991). De acordo com FÁCIO 1991 *apud* LEMOS 2002, o pesquisador idealizou um novo aparelho modificando o projeto original e adaptou três rampas paralelas, com o intuito de realizar ensaios simultâneos, conforme Fig. 3. Ainda adicionou bacia de uniformização de fluxo, fixação roscável das amostras nas rampas, reduziu a largura da rampa para 33 cm e aumentou o seu comprimento para 130 cm. Quanto o diâmetro das amostras também houve uma redução para 10 cm.

FÁCIO (1991) foi o primeiro pesquisador a propor uma normatização do ensaio de Inderbitzen ao fixar alguns parâmetros, como: vazão de 50 ml/s, tempo de ensaio de 20 min, declividade de 10º, tempo de pré- umedecimento (embebimento) igual a 15 min, para que as eventuais forças de sucção sejam anuladas. A partir da realização dos ensaios o autor concluiu que a perda de solo aumenta, quando: o grau de saturação diminui, quando a vazão aumenta e ainda se o grau de inclinação da rampa aumentar. Outro fator verificado é que a perda de solo é mais significativa (65% da perda total) nos primeiros 5 minutos de ensaio.

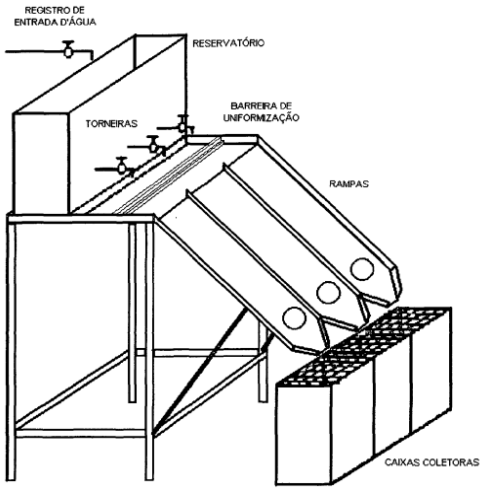


Figura 3. Modelo de aparelho proposto por Fácio (1991). Adaptado de FÁCIO 1991 *apud* LEMOS 2002

A pesquisa realizada por Bastos (1999) consistiu na construção de um aparelho semelhante ao de Inderbitzen (1961), porém com algumas alterações, como: rampa de 25 cm de largura, 60 cm de comprimento e com articulação que permite a mudança da declividade de 0º a 54º, de acordo com Fig. 4. Já os amostradores são de Cloreto de Polivinila – PVC biselado e com diâmetro de 9,76 cm e altura de 5 cm. O fluxo de água, que simula o escoamento superficial, é alimentado por uma rede hidráulica e a vazão é gerida por um registro e rotâmetro. (LEMOS, 2002)

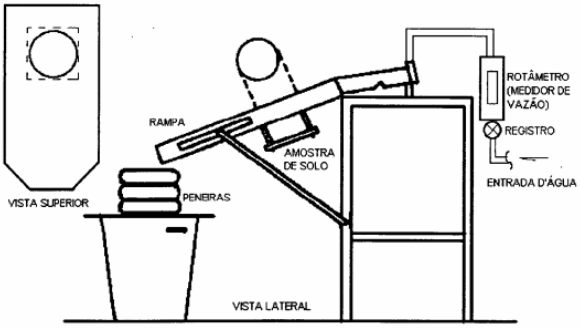


Figura 4. Modelo de aparelho proposto por Bastos (1999). Adaptado de BASTOS 1999 *apud* LEMOS 2002

Para a realização do ensaio, todo o material erodido passa por um conjunto de peneiras com

malhas de 4,8; 2,0; 0,42 e 0,074 mm e a água é coletada em recipientes de 60 litros. Para ampliar a análise o autor utilizou de inclinações variáveis da rampa, sendo utilizadas angulações de 10º, 26º, 45º e 54º. As vazões utilizadas foram de 3 e 6 l/min e as amostras foram ensaiadas sob condições de umidade natural, seca ao ar por 72 h e umedecidas por 24 h. Por fim, o pesquisador determinou intervalos de tempo de 1, 5, 10 e 20 minutos de ensaio.

Um dos trabalhos mais relevantes foi o de Freire (2001), por modificar consideravelmente o aparelho inicialmente proposto por Inderbitzen (1961), ficando seu ensaio conhecido como Inderbitzen Modificado. Seu objetivo com as alterações era de suprir as limitações observadas no aparelho de Inderbitzen original, propondo um ensaio que representasse também a ação do impacto das gotas de chuva no solo.

Dessa maneira, seu trabalho foi denominado por "Grau de Erodibilidade do Solo - GES", no qual simula o impacto das gotas de chuva através de um "chuveiramento" sobre a amostra.

Seu novo equipamento consiste em uma estrutura tubular, no qual é apoiada uma grelha com apenas duas possibilidades de inclinação, sendo disposta uma amostra de solo prismática não confinada debaixo de duas linhas de "chuveiramento" a uma altura de 20 cm, conforme Fig. 5, sendo que a vazão é controlada através de um manômetro.

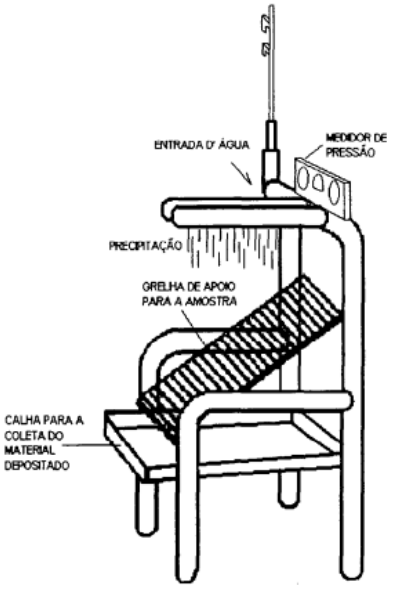


Figura 5. Modelo de aparelho proposto por Freire (2001). Adaptado de FREIRE 2001 *apud* LEMOS 2002.

Todo o material erodido é coletado por um recipiente que é disposto abaixo da grelha. Posteriormente todo o material presente neste será escoado para o recipiente adjacente que será utilizado para decantação.

Análogo ao equipamento desenvolvido por Freire (2001), alunos da Universidade Federal de Goiás, regional Catalão, desenvolveram seu próprio equipamento de Inderbitzen Modificado, ao realizar seu trabalho "Construção de um modelo para análise do índice de erodibilidade do solo em uma região do município de Catalão - Goiás" no ano de 2013.

O equipamento consistiu na montagem de uma estrutura tubular, como o proposto por Freire (2001), composta por uma grelha localizada debaixo de duas linhas de "chuveiramento", sendo que a amostra é colocada sobre a grelha, conforme Fig. 6. Durante o ensaio o solo é erodido e transportado por gravidade para um recipiente de acumulação. Para prosseguir com o ensaio, todo o material que estava no recipiente de acumulação passa pela peneira de abertura de 0,075 mm. (QUIRINO *et. al*. 2013)

Ainda de acordo com os autores, posteriormente à realização do ensaio deve ser reservada a quantidade de material erodido retido no recipiente de acumulação e na peneira de malha de 0,075 mm. Após a retirada do material, o mesmo segue para secagem em estufa e pesagem do material seco.

Para encontrar o potencial de erodibilidade (E), os autores utilizaram da Eq. (1), no qual é dividida a quantidade acumulada de solo retido no recipiente e na peneira pela área superficial da amostra.

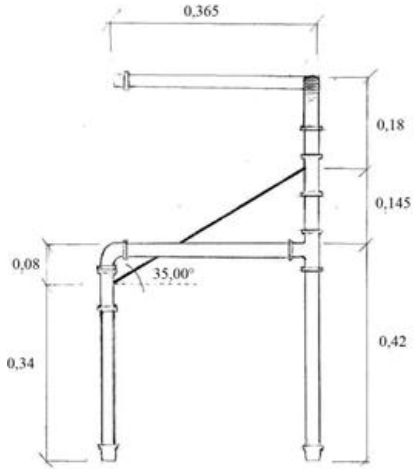


Figura 6. Modelo de aparelho proposto por Quirino *et. al.* (2013). Adaptado de QUIRINO *et. al.* (2013)

3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

A partir da reunião e exposição de informações acerca dos principais modelos de aparelho de Inderbitzen desenvolvidos pelos pesquisadores citados, foi possível a confecção de tabelas comparativas com o intuito de apresentar as semelhanças e divergências entre cada modelo.

A Tab. 1 apresenta as comparações entre as características físicas de cada aparelho proposto.

Tabela 1. Comparação dos dados sobre cada aparelho proposto.

Autores	Dimensões do Aparelho	Inclinação da rampa
Inderbitzen (1961)	Comprimento 76,20 cm	-
Fonseca e Ferreira (1981)	Comprimento 78 cm	44º e 59º
	Largura 34cm	
Fácio (1991)	Comprimento 130 cm	10º
	Largura 33cm	
Bastos (1999)	Comprimento 60 cm	10º, 26º, 45º e 54º
	Largura 25cm	
Freire (2001)	-	-
Quirino *et. al.* (2013)	Comprimento 48 cm	35º
	Largura 37 cm	
	Altura 75 cm	

Já a Tab. 2 apresenta as comparações entre as características das amostras coletadas para a realização de cada ensaio.

Tabela 2. Comparação sobre as amostras coletadas.

Autores	Dimensões	Confinada	Condições de umidade
Inderbitzen (1961)	Diâmetro 15,24 cm	Sim	-
Fonseca e Ferreira (1981)	Diâmetro 15,24 cm	Sim	Natural
			Pré- saturada
			Ressecamento prévio
Fácio (1991)	Diâmetro 10 cm	Sim	Embebimento de 15 min
Bastos (1999)	Diâmetro 9,76 cm	Sim	Natural
			Seca ao ar por 72 h
			Umedecidas por 24h
Freire (2001)	Prismática	Não	-
Quirino *et. al.* (2013)	Diâmetro 20 cm	Não	-

A Tab. 3 apresenta as peculiaridades de cada ensaio como: o tipo de ensaio, a vazão dada em l/min e o tempo de ensaio estabelecido por cada autor.

Tabela 3. Comparação dos dados sobre cada ensaio desenvolvido.

Autores	Tipo de Ensaio	Vazão (L/min)	Tempo de ensaio
Inderbitzen (1961)	Inderbitzen	Constante	2 h
Fonseca e Ferreira (1981)	Inderbitzen	3,54 e 18,84	120 min
Fácio (1991)	Inderbitzen	3	20 min
Bastos (1999)	Inderbitzen	3 e 6	20 min
Freire (2001)	Inderbitzen Modificado	-	Solo saprolítico 600 min
			Solo laterítico 90 min
Quirino *et. al.* (2013)	Inderbitzen Modificado	1,96	90 min

A confecção das tabelas comparativas mostrou que todos os pesquisadores seguiram o mesmo direcionamento de trabalho defendido por Inderbitzen em 1961, no qual consistia na simulação de um escoamento superficial, através da construção de um aparelho.

No entanto, após a reunião de informações acerca dos pesquisadores, ficou evidente que cada estudo conteve suas singularidades, seja no modelo de aparelho proposto, nas características da amostra ou no desenvolvimento do ensaio.

As primeiras modificações no aparelho aplicavam-se apenas nas dimensões (comprimento e largura) do mesmo, mantendo o conceito inicial proposto. Porém, Freire (2001) o recriou introduzindo um novo método de "chuveiramento", aproximando ainda mais o aparelho das condições reais do meio, ampliando seus parâmetros de análise da amostra para obter resultados mais abrangentes.

Além disso, os pesquisadores observaram nas condições e características da amostra outras possibilidades de análise do estudo de erosões, como suas propriedades de umidade, cobertura vegetal, seu formato e dimensões. Desta maneira, permitindo uma melhor caracterização das amostras de acordo com seus aspectos reais quando encontrados na natureza. Outro fator modificado foram os ensaios que permitiam a alteração da vazão de escoamento e o tempo de ensaio.

Dessa forma, a partir das modificações destes três aspectos, os estudiosos conseguiram expandir o conceito de estudo sobre a erodibilidade através das modificações de seus aparelhos, para a obtenção de resultados cada vez mais satisfatórios e condizentes com a realidade, expressando o grau de erodibilidade da área estudada.

REFERÊNCIAS

QUIRINO, G. H. A.; MORAIS, L. S; MELO, M. T. S. **Construção de um modelo para análise do índide de erodibilidade do solo em uma região do município de Catalão - Goiás**. In: III Simpósio de Prática de Engenharia Geotécnica na Região Centro- Oeste e VI Simpósio sobre Solos Tropicais e Processos Erosivos, 2013, Cuiabá. p. 85 à 89.

BASTOS, C. A. B. **Estudo Geotécnico sobre a erodibilidade de solos residuais não saturados.** Porto Alegre, 1999. 269p. Tese de Doutorado (Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CAMAPUM DE CARVALHO, et al. **Processos Erosivos no Centro-Oeste Brasileiro**. Brasília: Finatec, 2006.

FÁCIO, J. A., 1991, **Proposição de uma Metodologia de Estudo da Erodibilidade dos Solos do Distrito Federal**, Dissertação de M.Sc., Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.

FONSECA, A. M. M. C. C.; FERREIRA, C. S. M. **Metodologia para determinação de um índice de erodibilidade de solos**. In: Simpósio Brasileiro de Solos Tropicais em Engenharia, 1981, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, CNPq, ABMS, 1981. p. 646-664.

FREIRE, E. P. (2001) – **Ensaio Inderbitzen modificado: um novo modelo para avaliação do grau de erodibilidade do solo**. In: VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão, GO.

INDERBITZEN, A. L. An erosion test for soils. **Materials Research & Standarts**, v. 1, n. 7, Technical Note, p. 553-554, 1961.

LEMOS, C. F. **Avaliação da erosão superficial em áreas de cultivo com plantio direto e plantio convencional, utilizando o aparelho de Inderbitzen.** Curitiba, 2002. 82 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – área de concentração em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Paraná.

SILVEIRA, L. L. L. **Elaboração de carta de susceptibilidade à erosão das bacias dos rios Araraquara e Cubatão-SP, escala 1:50.000**. 2002. 211 p. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo - USP. São Carlos, 2002

.

RESPONSABILIDADE AUTORAL

"Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho".

ANALYSIS OF HISTORICAL INDERBITZEN EQUIPMENT MODEL DEVELOPMENT FOR MAKING COMPARATIVE TABLES

Silva, Ana Paola do Nascimento, anapaolans@gmail.com[1]
Melo, Maria Tereza da Silva [2]

[1]Universidade Federal de Goiás/ Regional Catalão
[2]Universidade Federal de Goiás/ Regional Catalão

***Abstract**. The study of erosion is of fundamental importance for the understanding of the factors that enable. Thus, from their understanding is that it becomes possible to develop alternatives able to minimize their effect on the space. And according to this need it is that the Inderbitzen apparatus has been proposed in order to simulate a real situation erodibility in the laboratory to obtain results as similarly represented erosion phenomenon occurring in nature. In this context, this study aims to gather and present data and information about Inderbitzen device since its development in 1961 by new proposals of equipment that were developed by later researchers. Thus, from the results of comparative tables will be made which will cover similarities and differences, highlighting peculiarities in the work of each researcher during the assembling of equipment, collected samples and conducting the tests.*

***Keywords**: erosion, Inderbitzen equipment, erodibility, comparative tables.*

MODELAGEM HIDRÁULICA DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO BAIRRO PONTAL NORTE, CATALÃO-GO

Pires, Marcelo Victor Mesquita, marcelovictor@outlook.com[1]
Paiva, Ed Carlo Rosa[2]

[1]*Engenharia Civil - FENAD/RC-UFG*
[2]*Engenharia Civil - FENAD/RC-UFG*

Resumo: *A crise hídrica é uma oportunidade para que a população e gestores se conscientizem do uso racional da água, visando a maior economia possível. Sendo assim, o presente trabalho objetivou avaliar a rede de abastecimento de água potável no bairro Pontal Norte na cidade de Catalão – GO por meio de modelagem hidráulica. A modelagem foi realizada por intermédio do software EPANET 2.0. Foram realizadas diversas simulações, visando encontrar os pontos críticos de altas pressões na rede. Este fator é determinante para a economia da água, pois quanto maior a pressão, maior a vazão e maior probabilidade de ruptura da rede, o que acarreta mais vazamentos. Foram verificadas também se as pressões encontradas estão de acordo com as normas técnicas.*

Palavras-chave: *EPANET, simulação, modelagem, água.*

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional das cidades, especialmente, aquelas com grandes regiões metropolitanas tem sido responsável pelo aumento da demanda hídrica. Para atender a essa demanda hídrica tem sido construídos centenas de quilômetros de tubulações, que muitas vezes não recebem a manutenção adequada ou são executadas de forma adequada. Essa falha de execução e, ou manutenção tem ocasionado grandes perdas nos sistemas de abastecimento de água.

Segundo Leite (2014), a Sabesp (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) possui índice de perdas de água da ordem de 31,2%, e considerando que esta concessionária é uma das mais desenvolvidas do país, é de se esperar que cidades do interior, como o caso de Catalão – GO tenham índices muito maiores.

Portanto, com os problemas iminentes da disponibilidade de água potável, é inaceitável que uma quantidade tão grande de água seja desperdiçada.

É importante ressaltar que o índice de perdas nos sistemas de abastecimento de água é encontrado através da diferença entre o consumo macromedido pela concessionária na saída do reservatório de distribuição e somatório daquele micromedido nos hidrômetros, logo estão englobadas as perdas reais e aparentes.

Segundo Bezerra e Cheung (2013), as perdas reais dizem respeito aos vazamentos e a falta de estanqueidade que as redes de adução e distribuição estão sujeitas, já as aparentes são relacionadas com ligações clandestinas, roubos e usos ilegais.

Em todo mundo tem sido utilizada a metodologia de modelagem hidráulica computacional aplicada a redes de abastecimento de água para determinação de vazamentos, notadamente aqueles reais, ou seja, devido à falta de estanqueidade das redes. Dentre os softwares mais utilizados está o EPANET, desenvolvido e disponibilizado gratuitamente pela Agência de Proteção Ambiental Americana.

Com o objetivo de auxiliar na redução do percentual de perdas de água para a cidade de Catalão, foram realizadas simulações hidráulicas, utilizando o software EPANET 2.0, na rede de abastecimento de água potável do bairro Pontal Norte.

2. METODOLOGIA

No presente trabalho foram realizadas simulações hidráulicas computacionais, utilizando o software EPANET 2.0, na rede de abastecimento de água potável do bairro Pontal Norte, em busca de dados como pontos de pressões acimas das permitidas em normas técnicas do setor.

Para esta simulação a setorização da rede e a completa independência de outras redes, ou seja, uma rede que seja hermética em relação a outros pontos de modo a não sofrer interferências são fatores determinantes para a maior precisão possível da simulação. Em vista disso, foi escolhido o referido bairro para a modelagem hidráulica, pois este setor se enquadra nas características descritas.

A simulação foi feita primeiramente com a entrada de dados no software, como comprimento, diâmetro, rugosidade, cotas topográficas, conjunto motobombas, reservatórios, entre outros.

Com o EPANET 2.0 é possível fazer duas formas de simulação, dinâmica e estática. A primeira considera a variação temporal do consumo, ou seja, é baseada na curva de consumo padrão da cidade. A segunda é uma simulação pontual que considera valores médios para o consumo da população.

Devido à falta de dados reais para construção da curva padrão de consumo, foi feita uma simulação estática, em que para estimativa dos consumos em cada nó, foram utilizadas as teorias das áreas de influência (TSUTIYA, 2013), ou seja, considerou-se uma distribuição populacional homogênea, e calculou-se uma área proporcional a cada nó, sendo possível então determinar o consumo médio.

2.1 Dados Iniciais de Projeto

O traçado da rede, juntamente com as cotas topográficas e diâmetros das tubulações foram obtidos via contato direto com os responsáveis técnicos da concessionária de abastecimento de água de Catalão, SAE (Superintendência de Água e Esgoto). A rede principal é toda ela com diâmetro nominal de 100 mm e a secundária, de 50 mm, ambas confeccionadas em PVC.

Para cálculo dos consumos bases de cada nó, necessitou-se da população do bairro Pontal Norte. Juntamente com o escritório regional do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) na cidade, foi conseguida a população do bairro para o último censo de 2010, com valor de 3.768 habitantes. Utilizando dados censitários de anos anteriores do IBGE, para a cidade inteira de Catalão, foi possível determinar uma taxa de crescimento linear, que foi aplicada para o referido bairro, determinando-se então a população estimada para 2014, de 4.213 habitantes.

Para os consumos bases dos nós, de acordo com a Fig. 1 abaixo foram criadas as áreas de influência dos nós, e com auxílio do software Google Earth, foi possível calculá-las.

De posse das áreas de influência, determinou-se a área total do setor, que foi calculada em 760.829,77 m² e, dividindo-se a população total por esta área obteve-se a chamada densidade demográfica, com valor de 0,005537 hab/m². Segundo Gomes (2009), o cálculo da vazão de projeto para uma rede de abastecimento pode ser feita através da Eq. (1) abaixo.

$$Q = \frac{P \times q \times K_1 \times K_2}{3600 \times h} \qquad (1)$$

A população P foi definida em 4.213 habitantes, o consumo per capita será de 0,2 m³/hab, os coeficientes K_1 e K_2 são respectivamente 1,2 e 1,5, conforme recomendação de Gomes (2009). Em relação às horas de bombeamento da estação de recalque, foi obtido juntamente com a SAE, um valor de 19 horas.

Multiplicando-se a vazão, calculada pela equação anterior, pela densidade demográfica, encontrou-se a taxa de vazão superficial do setor, de $2{,}914 \times 10^{-8}$ m³/s.m², e ao multiplicá-la pelas áreas de influência de cada nó, determinou-se então a vazão de consumo para cada um deles. Na Tabela 1 estão apresentadas as vazões de consumo de cada nó.

Figura 1. Consumo base nos nós
Fonte: Google Earth Adaptado

Tabela 1. Consumos bases nos nós
Fonte: Acervo Próprio

Nó	Qsuperficial ($m^3/s.m^2$) x 10^{-8}	Área (m^2)	Qconsumo (m^3/s) x 10^{-3}	Nó	Qsuperficial ($m^3/s.m^2$) x 10^{-8}	Área (m^2)	Qconsumo (m^3/s) x 10^{-3}
1	2,914	0,00	0,000	41	2,914	6.048,25	0,176
2	2,914	0,00	0,000	42	2,914	27.028,24	0,788
3	2,914	2.129,55	0,062	43	2,914	8.026,98	0,234
4	2,914	0,00	0,000	44	2,914	8.453,46	0,246
5	2,914	7.489,58	0,218	45	2,914	5.104,16	0,149
6	2,914	14.710,05	0,429	46	2,914	8.161,63	0,238
7	2,914	15.344,33	0,447	47	2,914	8.720,40	0,254
8	2,914	0,00	0,000	48	2,914	7.357,24	0,214
9	2,914	0,00	0,000	49	2,914	0,00	0,000
10	2,914	0,00	0,000	50	2,914	8.344,17	0,243
11	2,914	0,00	0,000	51	2,914	11.555,71	0,337
12	2,914	0,00	0,000	52	2,914	0,00	0,000
13	2,914	14.249,15	0,415	53	2,914	0,00	0,000
14	2,914	29.302,54	0,854	54	2,914	38.178,79	1,113
15	2,914	12.322,21	0,359	55	2,914	25.526,81	0,744
16	2,914	3.310,52	0,096	56	2,914	24.067,84	0,701
17	2,914	0,00	0,000	57	2,914	24.726,78	0,721
18	2,914	0,00	0,000	58	2,914	31.954,75	0,931
19	2,914	14.038,09	0,409	59	2,914	14.428,92	0,420
20	2,914	0,00	0,000	60	2,914	12.626,83	0,368
21	2,914	0,00	0,000	61	2,914	9.788,49	0,285
22	2,914	9.378,32	0,273	62	2,914	0,00	0,000
23	2,914	0,00	0,000	63	2,914	9.902,19	0,289
24	2,914	9.724,68	0,283	64	2,914	12.461,24	0,363
25	2,914	8.557,92	0,249	65	2,914	12.205,13	0,356
26	2,914	5.597,09	0,163	66	2,914	31.630,96	0,922
27	2,914	5.324,28	0,155	67	2,914	0,00	0,000
28	2,914	3.721,36	0,108	68	2,914	0,00	0,000
29	2,914	5.710,35	0,166	69	2,914	18.331,46	0,534
30	2,914	12.002,84	0,350	70	2,914	12.823,98	0,374
31	2,914	12.871,32	0,375	71	2,914	12.114,85	0,353
32	2,914	36.083,77	1,052	72	2,914	9.614,78	0,280
33	2,914	21.193,76	0,618	73	2,914	8.503,74	0,248
34	2,914	21.650,86	0,631	74	2,914	18.943,40	0,552
35	2,914	9.630,95	0,281	75	2,914	0,00	0,000
36	2,914	8.971,18	0,261	76	2,914	4.259,73	0,124
37	2,914	8.718,25	0,254	77	2,914	0,00	0,000
38	2,914	5.809,22	0,169	78	2,914	0,00	0,000
39	2,914	0,00	0,000				
40	2,914	32.096,69	0,935				

De posse de todos os dados necessários fez-se a transferência deles para o EPANET 2.0, para a realização da simulação estática.

2.2 Simulação Estática

Para dar início a simulação da rede, necessitou-se antes definir quais peças especiais estavam instaladas, como válvulas, definir também os pares de vazão e altura manométrica para criação da curva característica da bomba e os dados geométricos dos reservatórios pertencentes à rede.

O bairro Pontal Norte conta com um reservatório apoiado de compensação, que possui diâmetro de 4 m e altura de 10 m, que ajuda o abastecimento do setor. Como caracterização do próprio EPANET 2.0, este reservatório é classificado como de nível variável. Também foi fixado, no início da rede, um reservatório de nível fixo simulando a Estação de Tratamento de Água.

Vale ressaltar que a metodologia adotada pelo EPANET 2.0 para cálculo da rede é por processos iterativos e se tem a opção da escolha de qual fórmula para perda de carga. Para esta modelagem, foi usada a fórmula de Hazen-Williams, em que seu fator de atrito é o dependente do material, neste caso PVC. Assim, adotou-se o coeficiente de rugosidade de 140 indicado para tubos de plástico (BAPTISTA e LARA, 2003)

Em relação ao conjunto motobomba, obteve-se um par de valores de vazão e altura manométrica juntamente com a SAE, com valores de 0,00694 m³/s e 85 m.c.a (metros de coluna d'água).

Visando encontrar os pontos com altas pressões e verificar as vazões máximas permitidas para os diâmetros lá encontrados, foram realizadas três simulações estáticas, para três pares de vazão e altura manométrica.

3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

A primeira simulação foi realizada para o par de valores obtidos junto à SAE. Na Figura 2 está apresentado o comportamento da rede para a primeira simulação.

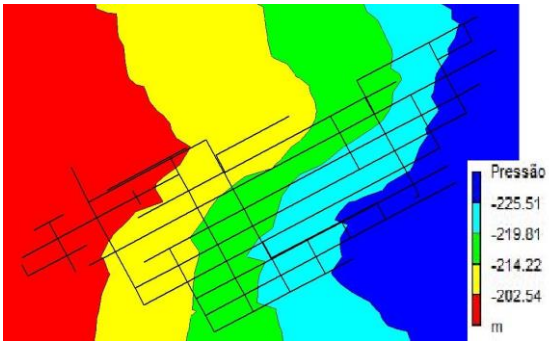


Figura 2. Gráfico das isolinhas para pressões para primeira simulação.
Fonte: Acervo Próprio

Como pode ser visto na Fig. 2, toda a rede esteve sob pressões negativas, ou seja, a vazão disponibilizada não foi suficiente para abastecimento da rede, estando abaixo do real. Este resultado incoerente leva a crer que o par de valores repassados pela concessionária não condizem com a realidade de funcionamento da bomba, fazendo com que estes dados sejam irrisórios para a análise aqui proposta.

Em vista disso, com a segunda simulação, alterou-se a vazão para aquela determinada para cálculo dos consumos bases dos nós, encontrando-se 0,02217 m³/s, entretanto, mantendo a mesma altura manométrica, cujos resultados estão mostrados na Fig. 3.

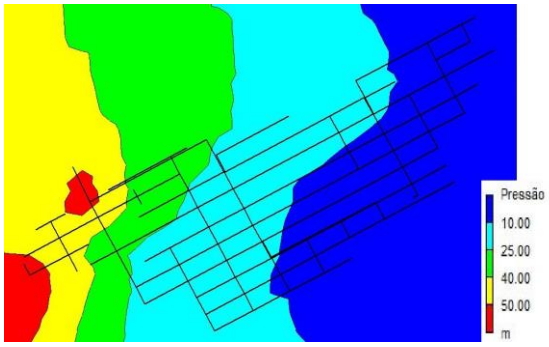


Figura 3. Gráfico das isolinhas para pressões para a segunda simulação
Fonte: Acervo Próprio

Segundo NBR 12218:1994 – Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público, para situação estática da rede, ou seja, sem fluxo, a pressão máxima permitida é de 50 m.c.a. Para a mínima, com a rede em escoamento, é de 10 m.c.a. Então como pode ser observado na Fig. 3, para este par ordenado de vazão e altura manométrica, grande parte do setor apresenta valores abaixo do permitido.

Um pequeno trecho apresentou pressão maior que a máxima de 50 m.c.a, o que faz todo sentido, visto da proximidade com o conjunto motobomba, fazendo com que a pressão seja mais alta, pois a perda de carga é relativamente pequena.

Para esta situação, em relação à economia de água, acredita-se não haja muito que se fazer, em vista da pequena quantidade de trechos com pressões elevadas.

Por fim, a última simulação foi feita, mantendo-se a última vazão de 0,02217 m³/s, mas aumentando a altura manométrica para 100 m.c.a. Com isso, os resultados apresentados aparentaram estar mais coerentes e concisos.

Conforme Fig. 4 percebem-se trechos próximos à bomba, ainda com pressões acima das permitidas em normas, entretanto a predominância é de pressões inferiores às mínimas permitidas, de 10 m.c.a.

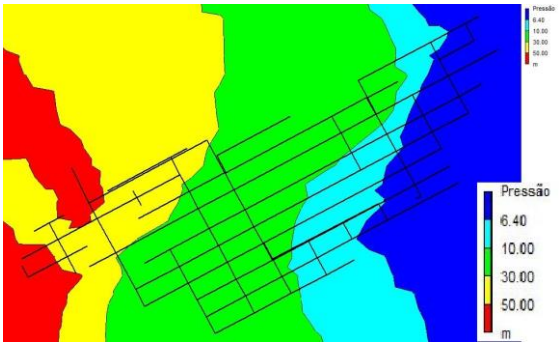


Figura 4. Gráfico das isolinhas para pressões para terceira simulação.
Fonte: Acervo Próprio

Conclui-se que devido à planialtimetria do setor, localizado em uma cota relativamente elevada em relação à cidade, ressaltado também pelo bombeamento lá efetuado, faz com que não haja problemas de pressões elevadas, pelo contrário, problemas de subpressões.

Como sugestão para estudo dos índices de perdas no setor, com a exclusão do controle de pressão para redução, tem-se, a metodologia apresentada em Bezerra e Cheung (2013), em que se faz a aplicação de planilhas eletrônicas, efetuando-se o balanço hídrico.

Este balanço é feito de posse da instalação de válvulas em pontos estratégicos da rede, para perfeito manuseio do fluxo de abastecimento. Utiliza-se também da chamada vazão noturna, em que é feita a medição do consumo em período noturno, onde as variações são menores, o que facilita a identificação dos vazamentos.

Por fim, simultâneo a metodologia do balanço hídrico, utilizar de aparelhos mecânicos e eletrônicos para identificação dos vazamentos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 12218:1994 - Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público.* Rio de Janeiro, 1994.

BAPTISTA, Marcio; LARA, Marcia. 2003. *Fundamentos da Engenharia Hidráulica*. 2 Ed. Belo Horizonte: Ed. UFMG, Escola de Engenharia.

BEZERRA, S. T. M; CHEUNG, P. B. 2013. *Perdas de Água: Tecnologias de controle*. João Pessoa: Editora Universitária UFPB.

EPANET. *Simulação hidráulica e de parâmetros de qualidade em sistemas de transporte e distribuição de água*. Disponível em: <http://epanet.lnec.pt/>. Acesso em: 13 de maio de 2015.

GOMES, Heber P. 2009. *Sistemas de Abastecimento de Água: Dimensionamento Econômico e Operação de Redes de Elevatórias*. 3 Ed. João Pessoa: Editora Universitária UFPB.

IBGE. *Catalão.* Disponível em: < http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=520510>. Acesso em: 12 de maio de 2015.

LAMOGLIA, H A et al. *Avaliação hidráulica de rede de distribuição de água da cidade de passos – MG.*

LEITE, Fábio. *Sabesp desperdiça 31% de água, mas diz perder 24%*. O Estadão de S. Paulo. Disponível em: <http://www.estadao.com.br/noticias/impresso,sabesp-desperdica-31-de-aguamas-diz-perder-24,1131535,0.htm>. Acesso em: 10 de maio de 2015.

SABESP. *Companhia de saneamento básico do estado de São Paulo*. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/Default.aspx>. Acesso em: 10 de maio de 2015.

SILVA, F G B et al. *Simulação Hidráulica de Redes de Abastecimento de água com o uso do EPANET 2.0 – Aplicação em setores de Itajubá – MG.*

TSUTIYA, M. T. *2013. Abastecimento de Água.* 4º ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

RESPONSABILIDADE AUTORAL

"O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo conteúdo deste trabalho".

HYDRAULIC MODELING OF THE WATER SUPPLY NETWORK IN PONTAL NORTE DISTRICT, CATALÃO-GO

Pires, Marcelo Victor Mesquita, marcelovictor@outlook.com[1]
Paiva, Ed Carlo Rosa[2]

[1]Civil Engineering – FENAD/ RC - UFG
[2] Civil Engineering – FENAD/ RC - UFG

***Abstract**. The water crisis is an opportunity for the population and managers to be aware of the rational use of water, aiming the highest possible savings. Therefore, the present study had the objective to evaluate the water supply network at Pontal Norte suburb, Catalão – GO, using hydraulic modelling. The EPANET 2.0 software did the modelling. Several simulations were done aiming to find critical points with high pressures in the network. This factor is crucial for water savings, since the higher the pressure, the greater is the outflow and the probability of a network breakdown, resulting in overflows. In addition, verifications regarding the pressures found were made in accordance to technical standards*

***Keywords**: EPANET, simulation, modeling, water.*

ESTUDO DA CONDUÇÃO DE CALOR EM ESTRUTURAS DE ALVENARIA

SENA, João Pedro, joao_pedro_ceres@hotmail.com[1]
RABELO, Marcos Napoleão[2]
SILVA, S. F.[3]

[1]*Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão*
[2]*Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão*
[3]*Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão*

Resumo: *Ciências termodinâmicas trabalha com quantidades de transferência de calor quando um processo se move de um estado de equilíbrio para outro, sem mencionar nenhuma referência de quanto tempo é necessário para que um sistema se mova até outro. Por outro lado, interessantes problemas de engenharia surgem quando consideramos a taxa de transferência do fluxo de calor. Este tipo de problema é o principal tema da ciência de transferência de calor. Nosso objetivo nesse projeto de pesquisa é o de estudar o problema da condução de calor em estruturas de alvenaria e fazer uma análise computacional destes fenômenos. Para desenvolver nosso trabalho faremos uma revisão dos conceitos fundamentais da termodinâmica, que são a base para o estudo da transferência de calor. Primeiro apresentaremos a relação entre calor e outras formas e depois revisaremos a teoria sobre balanço de energia. Após esta parte apresentaremos então os três principais mecanismos de transferência de calor: condução, convecção e radiação. Posteriormente, trataremos da questão da condutividade térmica.*

Palavras-chave: *Transferência de calor, Condução térmica, Alvenaria.*

---

1. INTRODUÇÃO

O principal objetivo deste projeto de pesquisa é o de estudar a condução de calor através de estruturas de alvenaria em projetos de construção em engenharia civil. Para alcançar estes objetivos é necessário rever os fundamentos de termodinâmica. Estudaremos os três principais tipos de transferência de calor: transferência por condução, por convectividade e transferência por radiação.

Entende-se como transferência por condução a energia que se transfere de uma partícula em um estado mais energéticos da substância, para um estado menos energético através de um processo de iteração entre as partículas do sistema. Convecção é o modo de transferência de calor de uma superfície sólida, líquida ou gasoso que está em movimento e envolve efeitos combinados de condução e movimento de fluidos. Finalmente, radiação é energia emitida por matéria na forma de ondas eletromagnéticas ou fóton, como um resultado da mudança de configuração eletrônica dos átomos ou moléculas pertencentes ao sistema.

1.1. Termodinâmica e Transferência de Calor

Da experiência do cotidiano é bem conhecido que, se deixarmos um copo com uma bebida gelada em um ambiente quente, logo a bebida dentro do copo esquentará. Por outro lado, se pegarmos uma bebida morna e colocarmos dentro de um refrigerador, e aguardarmos alguns minutos e pegarmos novamente esta mesma bebida, notaremos que a mesma estará mais fria. Este resultado acontece devido à transferência de calor de um meio mais quente para um mais frio. A energia de transferência sempre acontece da temperatura mais alta para a temperatura mais baixa, e a transferência de energia cessa, quando os dois meios estiverem em equilíbrio térmico.

Segue da termodinâmica que energia existe de várias formas. Neste trabalho estaremos interessados na energia em forma de calor, no qual e uma forma de energia que pode ser transferida, de um sistema a outro, por meio da diferença de temperatura, gradiente de temperatura, segunda a lei de Fourier para o resfriamento. A parte da ciência que trata da taxa de variação na transferência de calor, é denominada transferência de calor.

1.2. Aplicações de Transferência de Calor

Transferência de calor geralmente é encontrada em sistemas de engenharia. Na realidade, não precisamos ir muito longe para nos depararmos com situações onde o uso das técnicas de transferência de calor se fazem necessárias. Se observarmos, por exemplo, o corpo humano está constantemente

perdendo calor para o ambiente externo e o conforto térmico está intimamente ligado a esta troca de calores.

Na área de engenharia civil, as construções de estruturas em alvenaria, em alguns casos, são projetadas com base nos princípios da transferência de calor. Outros exemplos mais específicos do uso de transferência de calor são: fogões elétricos e a gas, sistema de acondicionamento de ar e aquecimento, refrigeração e aquecimento de água, computadores, televisão e aparelhos de dvd. Obviamente que, a contribuição da teoria de transferência de calor para estes equipamentos se dá com o intuito de projetar equipamentos mais eficientes, com um menor consumo de energia térmica, visando ao conforto térmico. É importante ressaltar que, transferência de calor exerce um papel importante no projeto de outros equipamentos eletrônicos como, radiadores para carros, coletores solares, componentes para plantas de potência e até mesmo para aviação. Projeto ótimo de espessura de isolamento de paredes de alvenarias e telhados, aquecimento de água e tubulações de vapor de água são alguns, de outros exemplos onde o uso de transferência de calor se faz necessário.

2. CONDUÇÃO DE CALOR PERMANENTE EM PAREDES PLANAS

Ao se considerar uma parede plana, com diferentes temperaturas na parte interna e externa, imagina-se que a transferência de calor ocorre no sentido normal da face da parede e não ocorre transferência notáveis nas outras direções. Uma vez que a temperatura seja constante nas faces interna e externa, e que a transferência de calor ocorre através do gradiente de temperatura, segundo a lei de Fourier para a condução de calor, concluímos que não ocorrerá transferência da parte superior para a parte inferior da parede, nem da direita para a esquerda, somente na direção normal onde se tem a diferença de temperatura.

A transferência de calor da parede da casa pode ser considerada permanente e unidimensional, devido ao grande gradiente de temperatura gerado pela pequena espessura da parede e da constante temperatura do ar interno. Logo, a temperatura se torna uma variável dependente somente de uma direção, podendo ser exemplificada como $T(x)$, se x for a direção adotada.

Como o calor é a única energia no sistema, e não há geração desta, pode-se então dizer que a taxa de transferência de calor que entra na parede subtraída da taxa de transferência de calor que sai da parede resulta na taxa de variação de energia interna da parede, ou em forma matemática,

$$\dot{Q}_{ent} - \dot{Q}_{sai} = \frac{\partial E_{parede}}{\partial t}. \quad (1)$$

Mas como não se tem nenhuma taxa de variação de energia interna da parede, a taxa de transferência de calor através da parede tem que ser constante ($\dot{Q}_{cond,parede} = constante$). Em uma parede com condutividade térmica k e espessura L, pela lei de Fourier,

$$\dot{Q}_{cond,parede} = -k \times A \times \frac{\partial T}{\partial x}. \quad (2)$$

Ou ainda, após a discretização do operador gradiente, obtemos a seguinte equação

$$\dot{Q}_{cond,parede} = -k \times A \times \frac{T_1 - T_2}{L}. \quad (3)$$

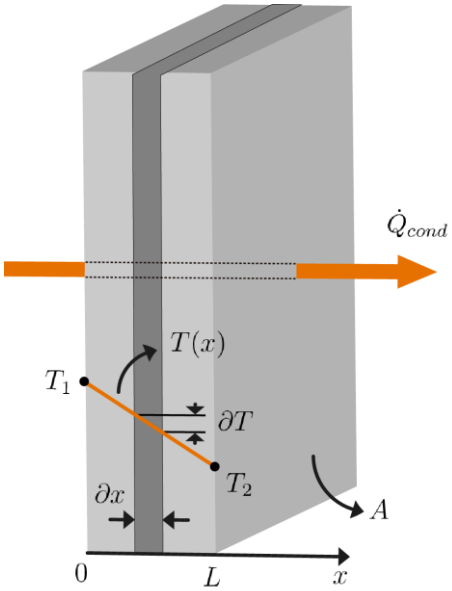


Figura 1. Transferência de calor em uma superfície Plana (2015).

2.1. Conceito de Resistência Térmica

Introduzindo um novo conceito, o da resistência térmica, podemos simplificar a equação vista anteriormente para

$$\dot{Q}_{cond,parede} = \frac{T_2 - T_1}{R_{parede}}, \quad (4)$$

onde a resistência de condução da parede é caracterizada pelos parâmetros da parede (relação entre espessura e o produto da área com a condutividade térmica). Este conceito de resistência se assemelha aos problemas encontrados no fluxo de corrente elétrica.

Para convecção, a taxa de variação do fluxo de calor é dada pela equação

$$\dot{Q}_{conv} = h \times A_s \times (T_s - T_\infty), \quad (5)$$

onde h é o coeficiente de convecção, A_s a área da parede e as temperaturas correspondentes da parede e do fluido, respectivamente, a resistência térmica equivale ao inverso do produto do coeficiente com a área da parede em contato com o fluido.

Nos casos em que a radiação é considerada, o raciocínio se assemelha aos casos anteriores, se tratando da resistência térmica, onde

$$\dot{Q}_{rad} = \frac{T_s - T_{circ}}{R_{rad}}, \quad (6)$$

onde, na equação anterior, T_s igual a temperatura da parede e T_{circ} igual a temperatura média das superfícies envoltórias. A resistência de radiação equivale à $\frac{1}{h_{rad} \times A_s}$.

Conhecendo estes dois casos é possível se combinar os dois efeitos (convecção e radiação), podendo então alcançar resultados para problemas um pouco mais complexos. Basta encontrar um coeficiente de transferência de calor combinado, que equivale a soma dos respectivos coeficientes, ou seja

$$h_{comb} = h_{conv} + h_{rad}.$$

2.2. Redes de Resistências Térmica

Para melhor se exemplificar esse tópico, considere uma parede de uma única camada que possui contato com fluidos em ambos os lados. O gradiente de calor vai de $T_{1\infty}$, passando por T_1 e T_2 até finalmente alcançar $T_{2\infty}$. Essa transferência de calor se depara então com 3 resistências: a do primeiro fluido (parte externa), a da parede, e a do fluido que se encontra na parte interior da parede. Para um regime permanente, não havendo perda de energia, todo calor de convecção que entra na parede, é conduzido através da parede e por convecção é transmitido para o segundo fluido. Então, pode se escrever matematicamente,

$$\dot{Q} = \frac{T_{1\infty} - T_1}{R_{conv,1}} = \frac{T_1 - T_2}{R_{parede}} = \frac{T_2 - T_{2\infty}}{R_{conv,2}}. \quad (7)$$

Ao simplificar essa equação, e considerar que o somatório das resistências resultam numa resistência R_{total}, temos então que

$$\dot{Q} = \frac{T_{1\infty} - T_{2\infty}}{R_{total}}. \quad (8)$$

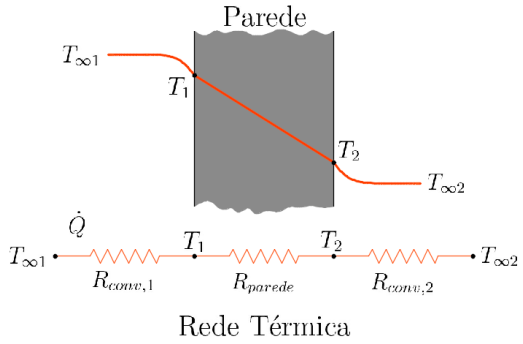


Figura 2. Parede plana e rede de transferência de calor, submetida a convecção interna e externa (2015).

3. CONCLUSÃO

Ao se trabalhar com transferência de calor através de paredes planas, existe a possibilidade de simplificação dos problemas considerando um elemento de área unitária e que o gradiente de temperatura se encontra em uma única direção. Apesar da simplificação do problema, existe ainda inúmeras possibilidades de variações de materiais e condições de contorno, abrindo espaço para vários problemas de engenharia que buscam adequadas condições térmicas nas estruturas e nos interiores de edifícios.

Ao se unir os conceitos estudados nesse projeto científico com os conhecimentos do Método dos Elementos Finitos, conseguimos implementar computacionalmente estes problemas e alcançar resultados em menor tempo e maior confiabilidade.

Encontra-se atualmente em andamento as análises da transferência de calor e conforto térmico de uma residência de alvenaria, utilizando para isto o software norte-americano ANSYS, que incorpora o método dos elementos finitos e otimiza os cálculos para diferentes geometrias e materiais.

REFERÊNCIAS

ANSYS, Inc. 2009. Thermal Analysis Guide, Disponível em <http://orange.engr.ucdavis.edu/Documentation12.0/120/ans_the.pdf>. Acesso em: 10 de maio de 2015.

ÇENGEL, Y. A., GHAJAR, J. A. 2012. Transferência de Calor e Massa, Uma Abordagem Prática, 4ª ed, McGraw-Hill.

LAWRENCE, K. L. 2010. ANSYS Workbench Tutorial: Structural and Thermal Analysis Using the ANSYS Workbench Release 12.1 Environment, SDC Publiations.

NAM-HO, K., SANKAR, B. V. 2011. Introdução à Análise e ao Projeto em Elementos Finitos, LTC.

RESPONSABILIDADE AUTORAL
"Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho".

HEAT CONDUCTION STUDY ON MASONRY STRUCTURES

SENA, João Pedro, joao_pedro_ceres@hotmail.com[1]
RABELO, Marcos Napoleão[2]
SILVA, S. F.[3]

[1]Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão
[2]Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão
[3]Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão

***Abstract**. The thermodynamics science work with an amount of heat transfer as a system undergoes a process from one equilibrium state to another, and makes no reference to how long the process will take. But in engineering, we are often interested in the rate of heat transfer. This is the main topic studied in the course heat transfer. Our goal in this research project is to study heat transfer in masonry structures and making computational analysis about this kind of phenomena. To development our work we intended to make, first, an overview regarding the fundamental concept on thermodynamics, that are the base for our studied on heat transfer. First, we will show the relationship between heat and other forms of energy and then we will review the theory of energy balance. After this part, we will show the main three kinds of mechanisms of heat transfer: conduction, convection and radiation. Finally, in last part of our work we shall deal with the question regarding the thermal conductivity.*

***Keywords**: Heat Transfer, Heat Conduction, Masonry.*

CONTAMINAÇÃO HÍDRICA POR AGROQUÍMICOS

Souza, Alynne Lara, alynnelara@hotmail.com[1]
Sarmento, Antover Panazzolo, antoverps@ufg.br[2]

[1]Aluna da Graduação do curso de Engenharia Civil da UFG – Regional Catalão – GO.
[2]Professor do Curso de Engenharia Civil da UFG – Regional Catalão – GO.

Resumo: *O impacto do uso de agroquímicos no ambiente é um problema que tem merecido a atenção de cientistas e estudiosos preocupados com a questão ambiental. Ao mesmo tempo em que o agroquímico tem a função de proteger as culturas agrícolas de pragas, doenças e plantas daninhas, ele pode oferecer riscos à saúde humana e ao ambiente, pois o seu uso frequente e muitas vezes incorreto contamina os solos, as águas superficiais e subterrâneas e consequentemente os alimentos. Este trabalho trata da problemática da contaminação dos recursos hídricos pelo uso indiscriminado dos agroquímicos nos cultivares agrícolas e os riscos à saúde humana, principalmente dos trabalhadores rurais e da população adjacente às áreas contaminadas.*

Palavras-chave: *Água, contaminação, agroquímicos, culturas agrícolas.*

1.INTRODUÇÃO

A estreita relação entre a agricultura moderna intensiva e a utilização de agroquímicos, sucedeu-se a partir da década de 1960. Tal modelo agrícola foi difundido para as regiões do Terceiro Mundo, num processo conhecido como Revolução Verde (SPADOTTO *et al.*, 2004).

Os agroquímicos têm o papel de proteger as culturas agrícolas das pragas, doenças e plantas daninhas, no entanto podem oferecer riscos à saúde humana e ao ambiente, se usado e aplicado de forma incorreta, podendo oferecer riscos de contaminação dos solos, das águas superficiais e subterrâneas, dos alimentos, tendo como consequência efeitos deletérios em organismos terrestres e aquáticos como também intoxicação humana pelo consumo de água e alimentos contaminados, assim como o risco de intoxicação ocupacional de trabalhadores e produtores rurais.

Este artigo propõe fazer uma análise sobre o uso das águas e o impacto que o uso indiscriminado dos agroquímicos traz para os recursos hídricos, em especial no estado de Goiás.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido através de pesquisa bibliográfica, analisando trabalhos que tratam do tema relativo ao uso das águas, principalmente com relação à contaminação por agroquímicos.

3. USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NO ESTADO DE GOIÁS

O estado de Goiás tem se destacado com grande velocidade, com uma progressiva participação nas atividades agrícolas, mineiras e industriais. Segundo informações do IBGE (2015), o Estado possui um território de 340.111 km² e a população estimada do ano de 2014 era de 6.523.222 habitantes. Localiza-se na região central do Brasil, pela BR-050 situa-se a 315 km de Brasília. O Estado possui 12.495 km de rodovias pavimentadas e vem se destacando de forma significativa na agroindústria, ocorreu em pouco menos de 40 anos uma grande transformação na infraestrutura e na economia do estado, houve uma intensa exploração dos recursos naturais, utilizando técnicas ainda em desenvolvimento no país (MENEZES *et al.*, 2009).

No mapa da Fig. 1, está apresentado o uso da terra do estado de Goiás. Pode-se notar que as áreas de cerrado e florestas são bem espaçadas no centro-sul do estado, e apenas na região nordeste do estado a vegetação aparece um pouco mais densa. As extensas áreas de pastagens predominam em quase todo território de Goiás. A agricultura está distribuída no eixo centro-sudoeste.

Para Menezes *et al.* (2009), a imposição da racionalidade técnica e científica na agricultura brasileira, especificamente no Estado de Goiás, uma das principais fronteiras agrícola do país, transformou as paisagens rurais do Planalto Central Brasileiro em grandes e tecnológicas lavouras. Na atividade agropecuária, a produção e o consumo de agroquímicos devido ao avanço permanente da genética e da biotecnologia, que quando usados de maneira incorreta, podem provocar grandes prejuízos ao meio ambiente e, indiretamente reduzindo o ciclo-produtivo dos cultivos e do próprio solo. A resistência imunológica das "pragas" e paralelamente o desenvolvimento de

novos pesticidas com a finalidade de assegurar a eficiência necessária à manutenção do processo produtivo é o que expressa concretamente essa lógica.

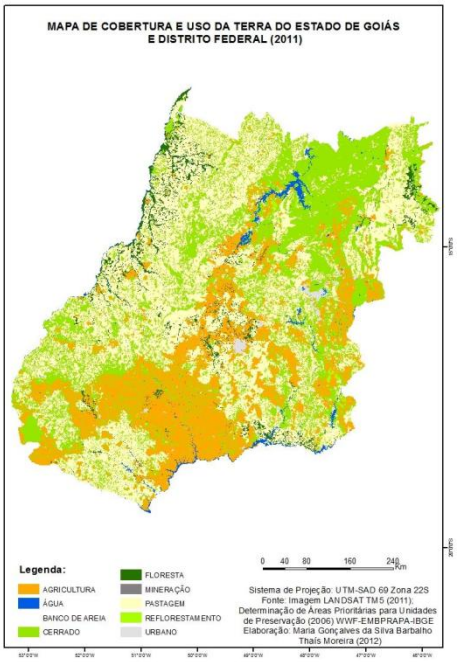


Figura 1: Mapa de cobertura e uso de terra do Estado de Goiás (SIEG, 2011).

Segundo os mesmos autores a região Centro-Oeste foi o alvo central dos programas de ocupação econômica do cerrado como o POLOCENTRO (Programa de Desenvolvimento do Cerrado), e o PRODECER (Programa Cooperativo Nipo-Brasileiro para o Desenvolvimento do Cerrado). Nos anos 70 se deu a abertura da fronteira agrícola, com a introdução do cultivo do arroz e logo depois da soja, sendo a mola propulsora da fronteira agrícola. Com a introdução da agricultura agroexportadora se inicia um processo de alteração no uso e na ocupação dos solos no Centro-Oeste, com a implementação de técnicas modernas no cultivo de grãos e na criação de gado.

4. O PROCESSO PRODUTIVO E A CONTAMINAÇÃO POR AGROQUÍMICOS

Os agroquímicos aparecem no Brasil, na década de 1960-1970, como a solução científica para o controle das pragas que atingiam lavouras e rebanhos (PERES *et al.*, 2005). A atuação da indústria química no país passou a legitimar o uso indiscriminado de agroquímicos no meio rural sem, contudo, oferecer alternativas à grande massa de trabalhadores que, ano a ano, se expunha cada vez mais aos efeitos nocivos destas substâncias.

Casos de intoxicações de trabalhadores rurais, resíduos de agroquímicos nos alimentos e nas águas, contribuíram de forma significativa para a construção de um novo entendimento a respeito do uso de agroquímicos (ALVES FILHO, 2002).

O cultivo da soja trouxe grande impacto devido a necessidade de aplicação de grandes quantidades de agroquímicos, por sua baixa resistência natural a doenças e pragas.

Segundo Faria, Fassa e Fachini (2007), no Brasil, o consumo de agroquímicos cresceu muito nas últimas décadas, transformando o Brasil em um dos líderes mundiais desse consumo. Entre 1972 e 1998, o ingrediente ativo vendido cresceu 4,3 vezes, de 28.043 toneladas para 121.100 toneladas por ano.

Em 2005 o Brasil foi o quarto maior consumidor mundial de agroquímicos. Esse modelo agrícola que predomina no país é o principal responsável pela quimificação da produção agrícola, fazendo dos agroquímicos a segunda causa de contaminação da água no país (RECH, 2007).

O consumo de agroquímicos na região Centro-Oeste aumentou nas décadas de 70 e 80 devido à ocupação dos Cerrados e continua crescendo pelo aumento da área plantada de soja e algodão naquela região.

Para Spadotto *et al.* (2004) a quantidade elevada de agroquímicos usados em algumas culturas agrícolas merecem atenção, não por esses produtos serem aplicados intensivamente por unidade de área cultivada, e sim por essas culturas ocuparem extensas áreas no Brasil, como é o caso da soja, do milho e da cana-de-açúcar que foram cultivadas, respectivamente, em 13,6; 11,6 e 4,9 milhões de hectares em 2000. Essas culturas apresentam-se como fontes potenciais de contaminação pelo uso de agroquímicos em grandes áreas.

Conforme atesta Spadotto *et al.* (2004, p. 10), depois da aplicação de um agroquímico, vários processos físicos, químicos, físico-químicos e biológicos determinam seu comportamento (Fig. 2). O destino de agroquímicos no ambiente é governado por processos de retenção (sorção, absorção), de transformação (degradação química e biológica) e de transporte (deriva, volatilização, lixiviação e carreamento superficial), e por interações desses processos.

É importante salientar que, entender os processos do comportamento e destino de agroquímicos no ambiente é essencial para direcionar planos de monitoramento dos riscos ambientais. A variedade de agroquímicos usados representa muitas classes de substâncias químicas orgânicas e os tipos de interações desses compostos com diferentes componentes do ambiente são enormes.

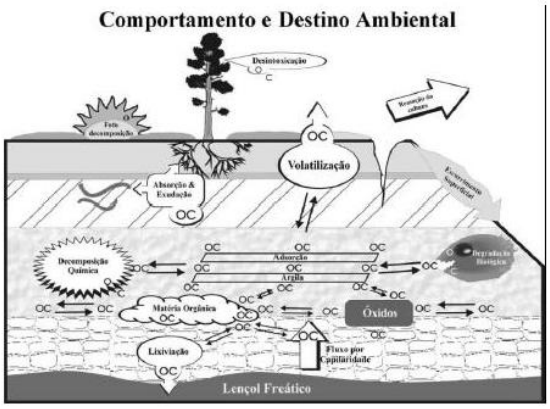


Figura. 2. Processos envolvidos no comportamento e no destino ambiental dos agrotóxicos (WEBER; WEED, 1974 *apud* SPADOTTO *et al.*, 2004)

A permanência dos agroquímicos no solo agrícola é inversamente dependente da taxa de ocorrência dos processos de transporte. Além disso, o transporte para a atmosfera por volatilização e a perda para áreas vizinhas por deriva podem ser processos importantes para alguns agroquímicos em certas condições.

"Os agrotóxicos são moléculas sintetizadas para afetar determinadas reações bioquímicas de insetos, microrganismos, animais e plantas que se quer controlar ou eliminar" (SPADOTTO *et al.*, 2004, p. 11), no entanto determinados processos bioquímicos são comuns a todos os seres vivos e, assim, o efeito pode então atingir não só o organismo que se espera controlar, como também outros seres do ambiente. Isso mostra que o uso de agroquímicos no ambiente agrícola pode provocar perturbações ou impactos, exercendo uma pressão de seleção nos organismos e alterar a dinâmica bioquímica natural, e a consequência será, inevitavelmente, mudanças na função do ecossistema.

Existem centenas, talvez milhares, de poluentes que afetam o ambiente aquático e cujos efeitos são preocupantes. Esse número cresce anualmente, considerando-se que novos compostos e formulações são sintetizados. A poluição hídrica está comumente associada a descarga de efluentes domésticos, industriais ou agrícolas. Em áreas agrícolas, a lixiviação de águas superficiais e a infiltração da água intersticial em rios e lagos podem introduzir nutrientes (a partir de fertilizantes) e agroquímicos, em quantidades substanciais, nesses corpos d'água (MARTINEZ; CÓLUS, 2002 *apud* ALBINATI *et al.*, 2007).

Segundo Grisolia (2005 *apud* ALBINATI *et al.*, 2007, p.2), "muitas vezes, mesmo em concentrações não letais, os agroquímicos afetam a estrutura e a função das comunidades naturais", provocando impactos em múltiplos níveis, incluindo moléculas, tecidos, órgãos, indivíduos, populações e comunidades.

As populações que vivem próximas às áreas de lavouras ou pastagens onde se usam os agroquímicos podem consumir água ou alimentos contaminados, além de inalar a substância presente no ar. Uma mesma pessoa pode estar exposta a mais de um tipo de agroquímico, mesmo seguindo a mesma rota.

De acordo com Almeida e Rigolin (2004 p.103), as águas das chuvas carregam resíduos de agroquímicos das plantações, que contaminam as águas subterrâneas, os rios e os lagos das proximidades.

O uso de agroquímicos no ambiente pode ser influenciado por fatores inerentes às substâncias, como também pelas propriedades do solo, as condições climáticas e as formas de aplicação do produto. A partir do momento em que o agroquímico está no ambiente, suas substâncias podem se deteriorar ou se movimentar no solo, podendo atingir as águas. A partir daí, ele poderá aderir à matéria em suspensão ou ir para o fundo como também pode ser absorvido por organismos aquáticos.

Agroquímicos podem ser aplicados diretamente nas plantas ou no solo. Segundo Scorza Júnior (2008), estudos têm mostrado que mesmo os aplicados nas plantas têm como destino final o solo porque as folhas são lavadas pelas chuvas ou pela água da irrigação, e depois que chegam ao solo, esses produtos se infiltram até nas camadas mais profundas, podendo atingir o lenço freático que é a reserva de água subterrânea, é o tipo de transporte chamado lixiviação. Outro tipo de transporte é o escoamento superficial que ocorre na superfície do solo, quando o agroquímico é levado com a água das enxurradas.

Para Scorza Júnior (2008), "esses dois tipos de transporte podem levar à contaminação dos recursos hídricos por resíduos de agroquímicos. A lixiviação é a principal forma de contaminação das águas subterrâneas enquanto o escoamento superficial tem papel fundamental na contaminação das águas superficiais (rios, lagos, córregos e açudes)".

Grande parte dos organismos vive em metabiose, "uma forma de dependência ecológica na qual um organismo ou um grupo funcional de organismos precisa modificar o ambiente antes que outro organismo ou grupo funcional de organismos possa se estabelecer e prosperar" (WAID, 1999 *apud* SPADOTTO *et al.* 2004, p. 11). Isso mostra que os efeitos nem sempre são isolados, pois as comunidades se interagem numa relação de interdependência ou cooperação e, o efeito sobre uma determinada população pode afetar todo o funcionamento de um ecossistema.

Nos atuais contextos de agricultura no país, o alto consumo e a falta de preparo na utilização de tecnologia química, potencializa a ocorrência de danos, que expandem-se nas dimensões da

exposição ambiental e configuram-se como grave problema de saúde pública, na medida em que podem atingir a população em geral pela contaminação dos alimentos e dos mananciais de abastecimento (ALVES FILHO, 2002, p. 67).

De modo geral, os produtores relatam que se não houver uma alta produtividade, buscada através do uso incorreto, ou abusivo, de agroquímicos nas lavouras, não será possível gerar alimento para uma população que cresce sem cessar. Esquecendo-se muitas vezes dos riscos de contaminação do meio ambiente, dos alimentos, dos seus funcionários e até mesmo de sua própria família

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso indiscriminado e descuidado de agroquímicos tem ocasionado danos, muitas vezes, até irreversíveis dos recursos hídricos no estado de Goiás. É urgente o controle dos problemas relacionados a esse uso. No entanto, isso só será possível através de práticas alternativas ou então adotando práticas seguras, criteriosas e cuidadosas quanto ao uso dessas substâncias nocivas.

É preciso haver maior empenho por parte do governo, da sociedade organizada e por grupos de interesse e organizações não governamentais cujo interesse não seja o lucro, mas a garantia de uma melhor qualidade de vida do próprio trabalhador que lida com essas substâncias, da população que vive nas adjacências das áreas de cultivo com agroquímicos que, embora passivamente, ingere os produtos e do próprio ambiente que sofre com a contaminação do solo e das águas.

6. REFERÊNCIAS

ALBINATI, A.C.L. *et al.* Toxicidade aguda do herbicida roundup® para piauçu (Leporinus macrocephalus). *Rev. Bras. Saúde Prod. An.*, v.8, n.3, p. 184-192, jul/set, 2007. Disponível em <www.rbspa.ufba.br/index.php/rbspa/article/download/877/568> Acesso em 14/05/2015.

ALMEIDA, L.M.A.; RIGOLIN, T.B. *Geografia***.** São Paulo: Ática, 2004.

ALVES FILHO, J.P. *Uso de agrotóxicos no Brasil: controle social e interesses corporativos*. São Paulo: Annablume; Fapesp, 2002.

FARIA, N.M.X.; FASSA, A.G.; FACCHINI, L.A. Intoxicação por agrotóxicos no Brasil: os sistemas oficiais de informação e desafios para realização de estudos epidemiológicos. *Ciênc. saúde coletiva* vol.12 no.1 Rio de Janeiro Jan./Mar. 2007**.** Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-81232007000100008&script=sci_arttext> Acesso em 14/05/2015.

GRISOLIA, C. K. **Agrotóxicos**: mutações, câncer & reprodução. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2005. 392p.

IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística. *Estados@: Goiás.* Disponível em <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=go>. Acesso em: 14/05/2015

SIEG – Sistema Estadual de Geoinformação - Ministério do Meio Ambiente. *Macrozoneamento agroecológico e econômico do estado de Goiás.* Atualização do mapa de uso e cobertura vegetal do estado de Goiás. 2011. p.30. Disponível em < http://www.sieg.go.gov.br>. Acesso em: 14/05/2015.

PERES, F. *et al.* Desafios ao estudo da contaminação humana e ambiental por agrotóxicos. *Ciênc. saúde coletiva*. vol.10 supl. Rio de Janeiro Sept./Dec.2005. Disponível em <http://www.scielosp.org/scielo.php?pid=S1413-81232005000500006&script=sci_arttext&tlng=es> Acesso em 14/05/2015.

PIAU, E. S. *Diagnóstico espacial da esxpansão da cana-de-acúcar e sua relação indireta com a atividade da pecuária nos estados de São Paulo, Goías e Mato Grosso do Sul.* Encontro Nacional da Anppas. Belém: 2012. Disponível em <www.anppas.org.br/.../GT17-1454-128920120630210142.pdf >. Acesso em 14/05/2015.

RECH, D. *Direitos humanos no Brasil: diagnóstico e perspectivas.* (Coletânea CERIS). Ano 2, n.2. Rio de Janeiro: CERIS/Mauad X, 2007.

SCORZA JÚNIOR, R.P. *Agrotóxicos e recursos hídricos.* 2008. Disponível em <http://www.ecodebate.com.br/2008/01/22/agrotoxicos-e-recursos-hidricos-artigo-de-romulo-penna-scorza-junior/> Acesso em 14/05/2015.

SPADOTTO, C.A. *et al. Monitoramento do Risco Ambiental de Agrotóxicos: princípios e recomendações.* (EMPRAPA), 2004. Disponível em <http://www.cnpma.embrapa.br/download/documentos_42.pdf> Acesso em 14/05/2015.

HYDRIC CONTAMINATION BY AGROCHEMICALS

Souza, Alynne Lara, alynnelara@hotmail.com[1]
Sarmento, Antover Panazzolo, antoverps@ufg.br[2]

[1]Undegraduate in Civil Engineering Course / UFG – Regional Catalão – GO.
[2]Professor of Civil Engineering Course / UFG – Regional Catalão – GO.

ABSTRACT: *The impact of the use of chemicals in the environment is an issue that has attracted the attention of scientists and academics concerned with environmental issues. While the agrochemical has the function of protecting crops from pests, diseases and weeds, it can pose risks to human health and the environment, for his frequent and often incorrect use contaminates soil, surface water and groundwater, and consequently the food. This work deals with the problem of contamination of water resources by the indiscriminate use of agrochemicals on agricultural crops and human health risks, especially of rural workers and the population adjacent to contaminated areas.*

Keywords: *Water, Contamination, Chemical substance, Agricultural cultures.*

PROCESSO DE COORDENAÇÃO DE FLUXO DE PRODUÇÃO POR MEIO DO USO DE PRÁTICAS DE GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS, SISTEMAS DE COORDENAÇÃO DE ORDENS, SCHEDULING E MODELAGEM.

Barros Neto, Wagner, wbarrosn@gmail.com[1]
Severino, Maico Roris, maicororis@gmail.com[1]

[1]*Unidade Acadêmica Especial de Engenharia e Administração, Universidade Federal de Goiás (UFG). Av. Dr. Lamartine Pinto de Avelar, 1120, Universidade de Goiás, Catalão-GO, Brasil*

Resumo: *Um dos grandes desafios enfrentados pelas empresas é a coordenação do fluxo de produção ao longo de sua cadeia de suprimentos (CS). Para tal coordenação, encontra-se na literatura e na prática a utilização de técnicas de modelagem, sistemas de coordenação de ordens (SCOs) e práticas de gestão da cadeia de suprimentos (GCS). Estas, entretanto, não são utilizadas em conjunto para a coordenação de operações na CS, podendo assim admitir uma lacuna teórica a ser explorada. Desta forma, este trabalho tem como objetivo desenvolver um processo de coordenação de fluxo de produção por meio do uso de práticas utilizadas na gestão da cadeia de suprimentos, sistemas de coordenação de ordens, scheduling e modelagem. Para o desenvolvimento deste processo, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre metodologias e modelos de coordenação de fluxo de produção em cadeias de suprimentos. O processo desenvolvido tem como propósito auxiliar gestores na tomada de decisão quanto às práticas e os sistemas mais adequados para cada situação, obtendo assim uma melhor coordenação de sua CS. Destaca-se que o projeto está em andamento e o modelo encontra-se em fase de avaliação.*

Palavras-chave: *coordenação, gestão da cadeia de suprimentos, sistemas de coordenação de ordem, scheduling, modelagem*

---

1. INTRODUÇÃO

Uma das maiores dificuldades enfrentadas pelas empresas é gerenciar sua cadeia de suprimentos de forma efetiva e estabelecer relações entre fornecedores e clientes que permitam a tal sistema de produção obter vantagens competitivas e atingir seus objetivos de desempenho almejados, sejam eles referentes a custo, qualidade, rapidez, flexibilidade ou confiabilidade (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2007) ou ainda, pontualidade, customabilidade ou adaptabilidade (GODINHO FILHO; FERNANDES, 2005).

Neste sentido Goldsby e García-Dastugue (2003) afirmam a necessidade de desenvolver processos que incluam todas as atividades necessárias para obter, implementar e gerenciar a flexibilidade de produção na cadeia de suprimentos e mover os produtos por meio das plantas integrantes da cadeia de suprimentos. Para o desenvolvimento deste processo verifica-se a necessidade de coordenação de fluxo de produção.

Na perspectiva de obter esta coordenação, algumas práticas de Gestão da Cadeia de Suprimentos (GCS), Sistemas de Coordenação de Ordens (SCOs) e *Scheduling* vem sendo utilizadas de modo isolado. No entanto, verifica-se que analisando as definições de cada um destes conjuntos de práticas, se estas fossem usadas de modo combinado, poderia obter melhores resultados.

Verifica-se um crescimento exponencial de estudos e pesquisas relacionados à GCS, tanto no meio acadêmico como no meio empresarial, havendo diversos avanços quanto ao desenvolvimento de novas práticas, sejam elas metodologias, ferramentas ou técnicas. Este conjunto de práticas é encontrado na literatura atual nos estudos relacionados à GCS. Segundo Mentzer el al. (2001), GCS pode ser definida como coordenação sistêmica e estratégica das funções e táticas de negócios tradicionais, através de negociações entre as áreas funcionais dentro de uma empresa particular e por meio de negociações na cadeia de suprimentos. Os autores ainda explicam que o objetivo desta coordenação é melhorar o desempenho de uma empresa individual e de uma cadeia como um todo a longo prazo. Dentre as

práticas e mecanismos de gestão da cadeia de suprimentos, podemos citar o Manufacturing Flow Management Process (MFMP), Vendor Managed Inventory (VMI), Quick Response (QR), Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment (CPFR) entre outros.

O intuito da GCS é o de melhorar a eficiência operacional, responsividade e lucratividade das firmas e dos parceiros da cadeia de suprimentos, podendo atingir tal objetivo através do desenvolvimento e implementação de modelos, devendo estes se adaptar para cada cenário diferente e por consequência não existe um único modelo que capture todos os aspectos dos processos de uma cadeia de suprimentos (BADOLE et al, 2013). Tais modelos podem ser desenvolvidos com o uso de diferentes técnicas de Pesquisa Operacional, podendo ser classificadas como um modelo determinístico, estocástico ou híbrido. De acordo com Taha (2008), em Pesquisa Operacional não existe apenas uma única técnica para resolver todos os modelos matemáticos que possam surgir; ao invés disso, é o tipo e a complexidade do modelo matemático que determinam a natureza do método de solução

Problemas relativos à coordenação de fluxo de produção não estão restritos apenas às relações na cadeia de suprimentos entre organizações, pois ocorrem também no interior das plantas industriais no decorrer do processo produtivo. No entanto, quando se trata de problemas neste escopo, verifica-se na literatura uma variedade de práticas para o planejamento, programação e controle da produção, as quais são conhecidas como Sistema de Coordenação de Ordens (SCOs), sendo elas ordens de produção, de serviços e/ou de compra. Estes SCOs, segundo Fernandes e Godinho Filho (2011), podem ser definidos como sistemas que programam ou organizam/explodem as necessidades em termos de componentes e materiais, e/ou controlam a emissão/liberação das ordens de produção, compra e serviços, e/ou programam/sequenciam as tarefas nas máquinas. Apesar da ampla utilização dos SCOs para a coordenação dentro das empresas, observa-se a aplicação restrita destes sistemas para a coordenação de ordens entre fornecedores e clientes, e na maioria das vezes os mesmos não obtêm desempenho equivalente quando comparados na coordenação de ordens entre máquinas no interior de uma planta. Destaca-se que dependendo das características dos produtos e dos mercados, e das especificidades das estratégias de cada empresa ou cadeia de suprimentos, um SCO é mais adequado que outro, ou podem atuar de forma conjunta.

Verifica-se que estudiosos da área de GCS vêm desenvolvendo metodologias que permitam aos gestores tomarem decisões acertadas quanto ao ambiente de produção envolvido. Dentre as elas, a de Severino (2012) propõe uma metodologia de coordenação de fluxo de produção em cadeias de suprimentos por meio do uso combinado de práticas utilizadas na GCS e de SCOs puxados. Dando continuidade a este estudo, este trabalho estende o modelo desenvolvido, incluindo o uso de *scheduling* e modelagem.

Assim, esta pesquisa de iniciação tecnológica e inovação têm por objetivo geral desenvolver um processo de coordenação de fluxo de produção por meio do uso de práticas utilizadas na gestão da cadeia de suprimentos, sistemas de coordenação de ordens, *scheduling* e modelagem.

2. METODOLOGIA

Para a realização dessa pesquisa, o método empregado é do tipo Teórico-Empírica. Quanto aos aspectos teóricos, foi utilizado como delineamento da pesquisa bibliográfica, para o desenvolvimento do modelo. Quanto aos aspectos empíricos, neste projeto o modelo é aplicado em diferentes cenários. Serão realizados ajustes e posterior padronização em forma de processo, buscando, por fim, a patente do modelo. Neste sentido, de modo operacional este projeto está sendo realizado do seguinte modo:

2.1. Revisão bibliográfica

Estudo do Estado da Arte sobre Coordenação do Fluxo de Produção em Cadeias de Suprimentos, em que foi realizada revisão bibliográfica sobre metodologias e modelos de coordenação de fluxo de produção em cadeias de suprimentos, através de estudo de publicações nacionais e internacionais, de modo especial a desenvolvida por Severino (2012).

2.2. Elaboração conceitual

Elaboração de um modelo estendido ao desenvolvido por Severino (2012), propondo um modelo mais amplo de tomada de decisão que contemple diferentes ambientes produtivos, incluindo propostas de *scheduling* e modelagem.

2.3. Análise das características dos relacionamentos das cadeias de suprimentos de cada setor a ser estudado

Com o modelo desenvolvido, serão buscadas empresas de diversos setores produtivos do estado de Goiás, tais como agroindústria e as indústrias de alimentos, medicamentos, metal-mecânica, extração

mineral, confecções e calçados. O modelo será então aplicado em cada uma destas empresas.

2.4. Elaboração das propostas para cada caso estudado

Para pelo menos dois casos de cadeias de suprimentos de cada setor serão elaboradas propostas de coordenação de fluxo utilizando o modelo de tomada de decisão desenvolvido.

2.5. Análise do modelo e das especificidades em cada caso estudado

Análise crítica das potencialidades, limitações e resultados do processo elaborado, por meio de autoavaliação bem como possíveis generalizações.

2.6. Implementação de propostas em casos reais

Após as análises, em conjunto com os gestores das empresas, serão implementadas na prática as propostas para avaliação mais criteriosa. Serão analisadas as dificuldades de implementação das mesmas, analisando-se a efetividade das propostas.

3. RESULTADOS

A partir da metodologia utilizada, desenvolveu-se um modelo que trata de um processo de caracterização detalhada de relacionamento entre fornecedor e cliente para posterior tomada de decisão (amparado por um conjunto de critérios) de adequados mecanismos de coordenação de fluxo de produção em cadeias de suprimentos e avaliação qualitativa e quantitativa da decisão tomada. Desta forma, por meio da utilização do processo elaborado, qualquer cadeia de suprimento poderá implementar a metodologia atendendo aos seus objetivos de desempenho esperados.

Um dos desafios dos gestores de produção é tomar decisão quanto às quais práticas utilizar para desenvolver coordenação de fluxo de produção e materiais na cadeia de suprimentos. O processo desenvolvido apresenta-se como uma ferramenta útil para auxiliar na tomada de decisão, impactando positivamente na competitividade das empresas que fizerem uso da mesma. Deste modo, foi desenvolvido um fluxo através de um modelo conceitual composto por 11 etapas para auxiliar os gestores na coordenação no fluxo de produção dos relacionamentos entre fornecedor e cliente da cadeia de suprimentos da empresa em que desenvolve sua atividade, conforme indicado na Figura 1.

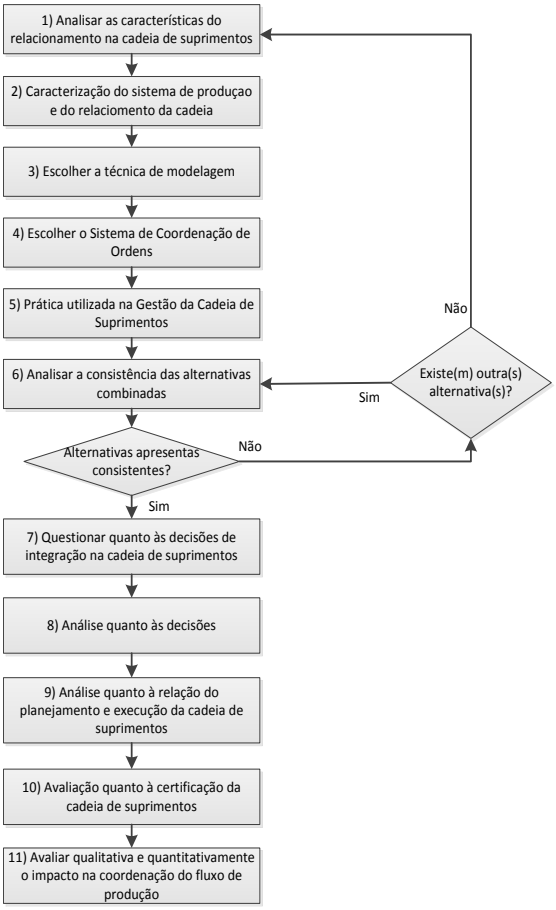


Figura 1. Modelo de auxílio à tomada de decisão.

3.1. Analisar as características do relacionamento na cadeia de suprimentos

A primeira etapa deste modelo trata da caracterização do relacionamento na cadeia de suprimentos, com as relações entre agentes (ex. subcontratador, fornecedor, manufatura, clientes) e suas características com o restante da cadeia. Maiores detalhes podem ser vistos em Galasso, Mercé e Grabot (2009).

3.2. Caracterização do sistema de produção e do relacionamento na cadeia

Essa etapa consiste na caracterização sistema de produção, impactando na escolha da técnica de modelagem, dos SCOs e das práticas utilizadas na GCS. Alguns exemplos de caracterizações podem ser: classe do item (A, B ou C), relação volume e variedade, grau de repetitividade, nível de estabilidade da demanda, grau de previsibilidade e flexibilidade da demanda, tempo de setup etc.

3.3. Escolher a técnica de modelagem

Deve(m)-se escolher a(s) técnica(s) de modelagem mais adequada(s) ao cenário e estratégias que a empresa deseja tomar de modo que o objetivo de otimização seja alcançado. Badole et al (2013) apresenta as diversas técnicas existentes e suas várias aplicações encontradas na literatura.

3.4. Escolher o Sistema de Coordenação de Ordens

Deve-se selecionar o(s) SCO(s) mais adequado(s) para o caso em questão. Para tanto, Godinho Filho e Fernandes (2011) apresentam o conjunto de condições em que cada um dos SCOs são recomendados.

3.5. Prática utilizada na Gestão da Cadeia de Suprimentos

Selecionam-se as práticas utilizadas na GCS mais adequadas para o caso em questão. Para tanto, Severino (2012) apresenta diversas práticas utilizadas para a gestão da cadeia de suprimentos e suas contribuições para a coordenação do fluxo de produção.

3.6. Analisar a consistência das alternativas encontradas

A análise consiste em verificar se as técnicas de modelagem, os SCOs e as práticas utilizadas na GCS se complementam ou se o uso de um impede o uso do outro na alternativa de proposta de uso combinado. Neste sentido, avalia-se esta complementaridade e realiza-se o planejamento da implementação do uso combinado, definindo o papel de cada um e como se dá o mecanismo de funcionamento para se estabelecer a coordenação de fluxo de produção. Destaca-se que ao se realizar este planejamento deve-se verificar qual o impacto na infraestrutura, nos recursos e nas rotinas de trabalho da situação atual. Tal avaliação permite inclusive detectar possíveis resistências em termos do uso das possibilidades.

Caso ocorra incompatibilidade entras as alternativas escolhidas pode ocorrer duas situações: caso exista(m) outra(s) alternativa(s) proposta(s), analisa-se a consistência da(s) mesma(s); caso não exista, deve-se repetir os passos anteriores para verificar se a caracterização não foi bem realizada, ou se houve algum equívoco em termos da escolha.

3.7. Questionar quanto às decisões de integração na cadeia de suprimentos

Essa etapa consiste em examinar quais os tipos de desperdícios existentes na cadeia suprimento, conforme apresentado por Liu et al (2013), identificando o comportamento das decisões de integração.

3.8. Análise quanto às decisões

A análise das decisões é pertinente para especificar quais as situações que serão avaliadas em relação à produção, transporte, distribuição, demanda, controle e produção do produto, analisando como influenciarão quanto aos cenários da qualidade, quantidade, adequação de transporte, ponto de vendas e demanda do produto. Para maiores informações, veja van der Vorst, Tromp e van der Zee (2009).

3.9. Análise quanto à relação do planejamento e execução da cadeia de suprimentos

Avaliação do ideal planejado e o real executado na cadeia de suprimentos e o detalhamento conforme quais necessidades nos diferentes níveis (estratégico, design, planejamento e operações) para que sejam aplicados ferramentas de atualização, realização de planejamento e detalhamento quanto ao nível funcional das operações, como apresentado por Ivanov (2010).

3.10. Avaliação quanto à certificação da cadeia de suprimentos

Para a avaliação e certificação da cadeia de suprimento é necessário executar modelos de simulação, como mostrado em Acar, Kadipasaoglu e Schipperijn (2010), em relação ao transporte, ao tipo do produto, inspeções de qualidade, uso de técnicas de otimização para produção, avaliação se a localização influenciará na entrega de pedidos e se a previsão influenciará na demanda de produtos.

3.11. Avaliar qualitativa e quantitativamente o impacto na coordenação do fluxo de produção

Recomenda-se testar ou simular a proposta formulada escolhida que apresentou consistência teórica. Dentre os objetivos da simulação destaca-se a verificação a aplicabilidade da proposta no caso real, ou se tal proposta impacta em outros relacionamentos na cadeia de suprimentos caso tenha realizado a análise para um único item.

Após a simulação deve-se avaliar o impacto da proposta elaborada na coordenação do fluxo de produção na cadeia de suprimentos estudada. Para tanto, sugere-se a realização de avaliações qualitativas e quantitativas. Para a avaliação qualitativa sugere-se o uso como referência as atividades dos subprocessos do MFMP, sugerido por Goldsby e García-Dastugue (2003). Os autores afirmam que para se tenha um fluxo de produção coordenado na cadeia de suprimentos algumas atividades devem ser desenvolvidas no relacionamento entre fornecedor e cliente. Assim, analisam-se se as atividades do MFMP pelos autores estão sendo realizadas por meio da implementação proposta elaborada por meio deste modelo.

Em termos da avaliação quantitativa sugere-se o uso de indicadores de desempenho que forem adequados para o caso em questão como, por exemplo, da Abordagem Bowersox e Closs (2001), Abordagem Beamon (1999), Abordagem Gunasekaran et al (2001) e Modelo SCOR, com as abordagens de Stewart (1995) e Dreyer (2000).

4. CONCLUSÕES

Atualmente os gestores de produção desenvolvem soluções para a coordenação de fluxo de produção nos relacionamentos entre fornecedores e clientes por meio de sua experiência profissional, usando ferramentas que teve oportunidade de conhecer em sua trajetória acadêmica ou profissional. No entanto, tal tomada de decisão é realizada por meio de tentativas e erros e não obtém resultados otimizados. É neste sentido que se desenvolve um modelo de auxílio na tomada de decisão, oferecendo uma ferramenta que ajuda a alcançar uma melhor coordenação do fluxo de produção na cadeia de suprimentos com o uso combinado de técnicas de modelagem, práticas de gestão da cadeia de suprimentos e sistemas de coordenação de ordens. Com tal processo, o gestor conhece mais detalhadamente o relacionamento entre fornecedor e cliente em que deve se desenvolver a solução, permitindo através de um conjunto de critérios definir quais os mecanismos de coordenação de fluxo de produção são mais adequados para o caso, realizando avaliações qualitativas e quantitativas antes de sua implementação. Desta forma, com o uso de tal modelo, a tomada de decisão deixa de ser abstrata e a aumenta-se a probabilidade de sucesso na escolha.

O modelo desenvolvido ainda deve ser testado, sendo aplicado em indústrias de diferentes ramos, verificando sua efetividade e buscando suas melhorias e posterior busca de patente.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro pelo Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Tecnológica e Inovação (PIBITI).

REFERÊNCIAS

ACAR, Y.; KADIPASAOGLU, S.; SCHIPPERIJN, P. 2010. A decision support framework for global supply chain modelling: an assessment of the impact of demand, supply and lead-time uncertainties on performance. *International Journal of Production Research*.

BADOLE, C. M.; JAIN, D. R.; RATHORE, D. A. et al. 2013. Research and opportunities in supply chain modeling: a review. International Journal of Supply Chain Management.

BEAMON, B. 1999. Measuring supply chain performance. *International Journal of Operations & Production Management.*

DREYER, D. 2000. Performance measurement: a practitioner's perspective. *Supply Chain Management Review*.

FERNANDES, F.C.F; GODINHO FILHO, M. 2011. Production Control Systems: literature review, classification, and insights regarding practical application. *African Journal of Business Management*.

GALASSO, F.; MERCÉ, C.; GRABOT, B. 2009. Decision support framework for supply chain planning with flexible demand. *International Journal of Production Research*.

GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F.C.F. 2005. Paradigmas estratégicos de gestão da manufatura (PEGEMs): elementos-chave e modelo conceitual. *Gestão & Produção*, São Carlos, v. 12, n. 3, p. 333-345, set./dez.

GOLDSBY, T. J.; GARCÍA-DASTUGUE, S. J. 2003. The manufacturing flow management process. *The International Journal of Logistics Management*, v. 14, n. 2.

GUNASEKARAN, A.; PATEL, C.; TIRTIROGLU, E. 2001. Performance Measures and Metrics in a Supply Chain Environment. *International Journal of Operations & Production Management.*

IVANOV, D. 2010. An adaptive framework for aligning (re)planning decisions on supply chain strategy, design, tactics, and operations. *International Journal of Production Research*.

LIU, S.; LEAT, M.; MOIZER, J. et al. 2013. A decision-focused knowledge management framework to support collaborative decision making for lean supply chain management. *International Journal of Production Research*.

MENTZER, J. T.; DEWITT, W.; KEEBLER, J. S.; MIN, S. et al. 2001. Defining supply chain management. *Journal of Business Logistics.*

SEVERINO. M. R. 2012. Coordenação do Fluxo de Produção por Meio do Uso Combinado de Práticas Utilizadas Na Gestão da Cadeia de Suprimento e de Sistemas de Coordenação de Ordens Puxados. 2012. 171. Tese- (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. 2007. Administração da produção. São Paulo: Atlas.

STEWART, G. 1995. Supply chain performance benchmarking study reveals keys to supply chain excellence. *Logistics Information Management*.

TAHA, H.A. 2008. Pesquisa Operacional: uma visão geral. São Paulo: *Pearson Prentice Hall.*

VAN DER VORST, J.G.A.J.; TROMP, S.O.; VAN DER ZEE, D.J. 2009. Simulation modelling for food supply chain redesign; integrated decision making on product quality, sustainability and logistics. *International Journal of Production Research*.

RESPONSABILIDADE AUTORAL

"Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho".

PRODUCTION FLOW COORDINATION PROCESS WITH THE USE OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PRACTICES, ORDERING SYSTEMS, SCHEDULING AND MODELING.

Barros Neto, Wagner, wbarrosn@gmail.com[1]
Severino, Maico Roris[1]

[1]*Unidade Acadêmica Especial de Engenharia e Administração, Universidade Federal de Goiás (UFG). Av. Dr. Lamartine Pinto de Avelar, 1120, Universidade de Goiás, Catalão-GO, Brasil*

Abstract*. One of the greatest challenges faced by companies is flow coordination in its supply chain (SC). For such coordination, it can be found in the literature and practice the use of modeling techniques, ordering systems (OS) and practices in supply chain management (SCM). These, however, are not jointly used for coordinated operations in SC, admitting then a theoretic gap to be explored. In that way, this work has the objective to develop a production flow coordination process using SCM practices, OS and scheduling. For the development of this framework, a literature review about methodologies in production flow coordination in SC was made. The developed framework has purpose to assist managers in the decision making process about the practices and systems that are more suitable for each situation, thus obtaining the best coordination in its supply chain. We highlight that the project is still in progress and the framework is in phase of evaluation.*

Keywords*: coordination, supply chain management, ordering system, scheduling, modeling*.

A MATEMÁTICA DO CÓDIGO DE BARRAS: UM OLHAR SOBRE A OBTENÇÃO DO DÍGITO VERIFICADOR

Gabryelle Martins Souza, Thayanne, thayanneg.m@hotmail.com[1]
Porto de Almeida Freitas, Thiago[2]

[1]*Universidade Federal de Goiás – Unidade Acadêmica Especial de Engenharias e Administração*
[2]*Universidade Federal de Goiás – Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia*

Resumo: *O código de barras está presente em livros, boletos bancários, em bens de consumo para o setor de varejo, contas de água e energia, entre outros. No desenvolvimento deste trabalho é abordado como surgiu o código de barras, o significado da espessura e cor de cada listra, o que cada sequência de número significa e o desenvolvimento matemático e a utilidade do dígito verificador. O dígito verificador é o último dígito de qualquer tipo de código e serve como um dispositivo de segurança. Este dispositivo de segurança tem como utilidade, por exemplo, quando é necessário digitar o código, se a pessoa digitar qualquer número errado o sistema detecta na maioria das vezes pelo dígito verificador. Cada tipo de código tem uma determinada forma de calcular o dígito verificador. No trabalho explicamos o cálculo do dígito verificar do EAN-13 (código utilizado para o reconhecimento de bens de consumo do setor de varejo) e do ISBN (código utilizado na identificação de livros).*

Palavras-chave: *Matemática, Código de Barras, Congruência.*

==========

1. O CÓDIGO DE BARRAS

Durante a maior parte do século XX, os supermercados eram fechados para balanço. Durante o balanço, era realizada a contagem manual dos produtos por dois funcionários e caso houvesse disparidade dos resultados um terceiro faria a contagem. Tal procedimento levava tempo e havia erros, chegando a 2,5% do estoque.

Com a necessidade de contabilizar automaticamente os produtos que entravam e saiam do supermercado, o presidente de uma cadeia de mercados pediu ao diretor do Instituto de Tecnologia da Filadélfia, nos Estados Unidos, que inventasse algo para suprir a exigência do mercado. Escutando a conversa, o aluno de graduação Bernard Silver contou para o professor Norman Joseph Woodland, este achou o desafio fascinante.

Depois de estudos, os dois amigos produziram um aparelho que funcionava perfeitamente, mas tinha duas desvantagens: a instabilidade da tinta (brilhava quando iluminada com ultravioleta) e o grande gasto das impressões. Assim surgiu o código de barras, com listras pretas e brancas alternadas com diferentes espessuras. Com o refinamento do aparelho, em 20 de outubro de 1949, Bernard e Norman entregaram o pedido de patente. Contudo, apenas em 1952 receberam a concessão da patente, e na ocasião foi dito a eles que para o uso da tecnologia em larga escala levaria alguns anos no futuro.

Em 1962, a Philco comprou a criação, dos dois amigos, por um preço justo. Porém, somente na década de 70 que o dispositivo estava com preços mais acessíveis. Assim, às 08:01 da manhã em 26 de junho de 1974, no estado de Ohio, Estados Unidos, uma funcionária que trabalhava em uma cadeia de supermercado Marshs passou uma caixa de chicletes por um scanner e foi lido o código de barras do produto, sendo o primeiro produto comprado com código de barras.

O primeiro código de barras foi aceito formalmente em 1973 e denominado por Universal Product Code (UPC). Este possui 10 dígitos e classificava as listras por suas espessuras: finas, médias, grossas e muito grossas. As listras brancas simbolizadas pelo 0, onde a quantidade de 0 está associada à grossura das espessuras, ou seja, 0 é uma listra fina, 00 é uma listra média, 000 é uma listra grossa e 0000 uma listra muito grossa. As listras pretas simbolizadas pelo 1, e a grossura das espessuras se dá de modo análogo ao caso das listras brancas.

Por um lado, temos um conjunto de listras pretas e listras brancas em diferentes espessuras e por outro, uma série de números associado ao código de barras. Naturalmente vem se a pergunta, como fazer a associação do conjunto de listras com a série de números do código UPC? Segundo Milies, *"a cada número lhe é assignado um espaço de espessura fixa, que corresponde sempre a uma sequência de sete dígitos iguais a 1 ou 0"*. Por exemplo, o número 8 é representado pela sequência 0110111. Contudo, ao passar o conjunto de listras por um leitor, este precisa distinguir quando o número está no lado direito do código e quando está

no lado esquerdo do código, uma vez que não se tem controle do modo que a leitura do código de barras do objeto será feita. Dessa forma, os números são identificados conforme a Tabela 1, onde o número estará no Lado Esquerdo quando houver um número ímpar de dígitos iguais a 1, enquanto estará no Lado Direito se possuir um número par de dígitos iguais a 1.

Dígito	Lado Esquerdo	Lado Direito
0	0001101	1110010
1	0011001	1100110
2	0010011	1101100
3	0111101	1000010
4	0100011	1011100
5	0110001	1001110
6	0101111	1010000
7	0111011	1010000
8	0110111	1001000
9	00010011	1110100

Tabela 1 – Codificação de Dígitos.

Nos dias atuais, o código de barras está presente nos boletos bancários, em livros, conta de energia e água, entre outros. Mas cada produto tem um código específico, por exemplo, o *European Article Number* (EAN) utilizado para o reconhecimento de bens de consumo para o setor de varejo e o *International Standard Book Number* (ISBN) utilizado na identificação de um livro.

1.1 Os códigos EAN-13 e ISBN

O EAN-13 é composto por treze dígitos, sendo que os doze primeiros especificam o produto e o décimo terceiro é o dígito verificador (dígito que auxilia detectar erros na digitação de um código). Em especial, os três primeiros dígitos apontam o país de origem do produto (por exemplo, no Brasil os dígitos são 789), sendo seguido pelo código da empresa fabricante e do produto fornecido. O código da empresa e do produto compõe nove dígitos, estes variam de acordo com a necessidade de codificação de cada empresa. Por fim, o último dígito serve como dígito verificador do escaneamento.

Figura 1 – Exemplo de Código EAN-13.

Vale ressaltar que o EAN-13 consiste de uma generalização do código UPC, citado na seção anterior, pois para permitir a identificação do país de origem do produto foram acrescentados mais três dígitos ao código UPC. Contudo, para que este acréscimo não mudasse substancialmente a forma de realizar a leitura do código foi alterada a codificação apenas do lado esquerdo. A alteração se dava conforme o primeiro dígito.

O dígito do lado esquerdo do código passou ser codificado com um número par ou ímpar de dígitos iguais a 1, como na tabela a seguir.

Dígito	Lado Esquerdo Par	Lado Esquerdo Ímpar
0	0001101	0100111
1	0011001	0110011
2	0010011	0011011
3	0111101	1000010
4	0100011	1011100
5	0110001	1001110
6	0101111	1010000
7	0111011	1000100
8	0110111	0001001
9	00010011	0010111

Tabela 2 – Codificação Lado Esquerdo EAN-13.

A escolha da paridade de cada dígito do lado esquerdo do código se faz por meio do critério abaixo, onde P significa que o Lado Esquerdo Par é escolhido, enquanto I aponta que o Lado Esquerdo Ímpar.

Dígito Inicial	1º	2º	3º	4º	5º	6º
0	I	I	I	I	I	I
1	I	I	P	I	P	P
2	I	I	P	P	I	P
3	I	I	P	P	P	I
4	I	P	I	I	P	P
5	I	P	P	I	I	P
6	I	P	P	P	I	I
7	I	P	I	P	I	P
8	I	P	I	P	P	I
9	I	P	P	I	P	I

Tabela 3 – Escolha da Paridade.

O ISBN tem como objetivo a identificação numérica de um determinado livro com base no autor, título, país, editora e a sua edição. Este, que possuía dez dígitos, passou a ter treze dígitos em janeiro de 2007, sendo diferenciados pela nomenclatura de ISBN 10 e ISBN 13.

O aumento de dígitos foi motivado pelo crescente número de publicações, com suas edições e formatos. O que diferencia os dois ISBN é que no ISBN 13 os três primeiros dígitos indicam a indústria e é comumente representado por 978 ou 979. Após essa identificação, os dois continuam da mesma forma, seguido por 2 dígitos que representam o identificador do grupo, 4 dígitos com o código do editor, 3 dígitos com o número do item (título do livro) e o último dígito é o dígito de verificação.

Figura 2 – Exemplo de Código ISBN-13.

1.2 O Dígito Verificador

O dígito verificador é, em geral, o último dígito do código e consiste de um elemento de segurança. Nas figuras 1 e 2, o dígito verificador é, respectivamente, 2 e 8. Quando não é possível realizar o escaneamento do código e é necessário digitar o mesmo, pode ocorrer algum erro, e este poderá ser detectado pelo sistema, em alguns casos, por meio do dígito verificador. O que estaria por trás do cálculo do dígito verificador do código EAN-13 e ISBN? Para responder esta questão, precisamos entender algumas propriedades acerca de congruência de números inteiros e definir alguns conceitos.

2. ELEMENTOS MATEMÁTICOS

Definição 2.1: Sejam a, b e m números inteiros, tais que m é maior do que 1. Dizemos que os inteiros a e b são *congruentes* módulo m quando deixam o mesmo resto na divisão euclidiana por m. Simbolicamente representamos por $a \equiv b \pmod{m}$.

Por exemplo, 9 e 14 são congruentes módulo 5, pois ambos deixam resto 4 na divisão euclidiana por 5. Contudo, determinar restos pode ser uma tarefa exaustiva dependendo da grandiosidade dos números envolvidos no processo. Dessa maneira, o próximo resultado nos possibilita ter uma nova caracterização para a congruência entre dois números inteiros.

Proposição 2.1: Sejam a, b e m inteiros, tais que m é maior do que 1. Temos que $a \equiv b \pmod{m}$ se, e somente se, m divide b - a.

Demonstração: Pelo Algoritmo de Divisão de Euclides, ver SANTOS, podemos escrever a e b da seguinte forma:

$$a = mq_1 + r_1 \text{ e } b = mq_2 + r_2,$$

onde a e b são dividendos, m é o divisor, q_1 e q_2 os quocientes e r_1 e r_2 os restos das divisões. Sendo que $0 \leq r_1 < m$ e $0 \leq r_2 < m$. Fazendo b - a, obtemos:

$$b - a = m(q_2 - q_1) + r_2 - r_1$$

Da expressão acima, m divide b - a, se e somente se, m divide $r_2 - r_1$. Mas $0 \leq |r_2 - r_1| < m$, então m divide b - a se e somente se $r_2 - r_1 = 0$, ou seja, se e somente se $r_2 = r_1$.

Proposição 2.2: Sejam a_1, a_2, b_1, b_2 inteiros e m um inteiro maior do que 1. Se $a_1 \equiv b_1 \pmod{m}$ e $a_2 \equiv b_2 \pmod{m}$, então $a_1 \pm a_2 \equiv b_1 \pm b_2 \pmod{m}$.

Demonstração: Por hipótese temos $a_1 \equiv b_1 \pmod{m}$ e $a_2 \equiv b_2 \pmod{m}$, então pela Proposição 2.1 segue que m divide $b_1 - a_1$ e m divide $b_2 - a_2$. Logo m divide

$(b_1 - a_1) \pm (b_2 - a_2) = (b_1 \pm b_2) - (a_1 \pm a_2)$, uma vez que por propriedade de divisibilidade se m divide dois números, então m divide qualquer combinação linear entre estes números, ver SANTOS. Dessa maneira, concluímos que $a_1 \pm a_2 \equiv b_1 \pm b_2 \pmod{m}$.

Assim, as congruências de mesmo módulo somam-se e subtraem-se membro a membro tal qual as igualdades.

3. O DÍGITO VERIFICADOR

Nesta seção abordamos de que maneira é determinado o dígito verificador nos códigos EAN-13 e ISBN-10.

Inicialmente, a série numérica associada ao código de barras é transformada em um vetor v, onde cada entrada do vetor v será correspondida a cada um dos dígitos contidos na série, sendo que a última entrada será definida por x, ou seja, x corresponderá ao digito verificador do código.

Para cada código, existe um vetor w, com o mesmo número de entradas do vetor anteriormente criado, com uma caracterização específica. Este vetor w é denominado o vetor de pesos do código. No caso do código EAN-13, o vetor de pesos é $(1, 3, 1, 3, 1, 3, 1, 3, 1, 3, 1, 3, 1)$. Enquanto no ISBN-10, o vetor de pesos é $(10, 9, 8, 7. 6, 5, 4, 3, 2, 1)$.

3.1 O Dígito Verificador do EAN-13

A série numérica associada ao código EAN-13 possui 13 dígitos, sendo o último o dígito verificador: Dessa maneira, o vetor associado a um produto com código EAN-13 pode ser escrito como

$v = (a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9, a_{10}, a_{11}, a_{12}, x)$ e w é dado como citado anteriormente. Para determinar x devemos resolver a seguinte congruência $v \cdot w \equiv 0$ (mod 10), onde o produto envolvido é o produto escalar entre os vetor.

Exemplo 1: Seja o código EAN-13, dado por $789600620210x$. Assim, temos que $v = (7,8,9,6,0,0,6,2,0,2,1,0,x)$ e o vetor pesos é dado por $w = (1,3,1,3,1,3,1,3,1,3,1,3,1)$.
Assim, para descobrirmos o dígito verificador do código, devemos ter $v \cdot w \equiv 0\,(\text{mod}\,10)$. Logo, $77 + x \equiv 0\ (mod\ 10)$, e assim pela Proposição 2.2, obtemos que $x \equiv 3\ (mod\ 10)$. Assim, 3 é o dígito verificador do código apresentado.

3.2 O Dígito Verificador do ISBN-10

A série numérica associada ao código ISBN-10 possui 10 dígitos, sendo o último o dígito verificador: Dessa maneira, o vetor associado a um livro com código ISBN-10 é escrito como $v = (a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9, x)$ e w é dado como citado anteriormente. Para determinar x devemos resolver a seguinte congruência $v \cdot w \equiv 0$ (mod 11), onde o produto envolvido é o produto escalar entre os vetor. Caso x seja congruente a 10 módulo 11, o dígito verificador associado é a letra X

Exemplo 2: Seja o código ISBN 080481905x. Assim temos que $v = (0,8,0,4,8,1,9,0,5,x)$ e o vetor de pesos é $w = (10,9,8,7.6,5,4,3,2,1)$. Fazendo $v \cdot w \equiv 0$ (mod 11), obtemos pela Proposição 2.2 que $199 + x \equiv 0(mod\ 11)$, isto é, $x \equiv 10\ (mod\ 11)$. Nesse caso, o dígito verificador do código é $x = X$.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) – apoio dado ao projeto "A Matemática do Código de Barras" por meio do Edital nº 18/2013 MCTI/CNPq/SPM-PR/Petrobrás – Meninas e Jovens Fazendo Ciências Exatas, Engenharias e Computação.

Á Universidade Federal de Goiás (UFG).

REFERÊNCIAS

MILIES, C. P. A Matemática do Código de Barras. Apostila 6 do Programa de Iniciação Científica OBMEP.

SANTOS, J. P. O. Introdução à Teoria dos Números. Associação Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada, Rio de Janeiro, 2013. (Coleção Matemática Universitária)

RESPONSABILIDADE AUTORAL

"O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo conteúdo deste trabalho".

==========

THE MATHEMATICS OF BARCORD: A LOOK AT OBTAINING CHECK DIGIT

Gabryelle Martins Souza, Thayanne, thayanneg.m@hotmail.com[1]
Porto de Almeida Freitas, Thiago[2]

[1]*Universidade Federal de Goiás – Unidade Acadêmica Especial de Engenharias e Administração*
[2]*Universidade Federal de Goiás – Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia*

Abstract. *The barcode is present in books, bank slips in consumer goods for the retail industry, water and energy bills, among others. In developing this work is approached as bar code came about, the meaning of the thickness and color of each stripe, which means each sequence number and the mathematical development and the usefulness of the check digit. The check digit is the last digit of any code and serves as a safety device. This safety device is to use, for example, when you need to enter the code if the person enter any wrong number the system detects most of the time the check digit. Each type of code has a certain way of calculating the check digit. At work we explain the digit calculation verify the EAN-13 (code used for recognizing retail sector consumer goods) and ISBN (code used to identify books).*

Keywords*: Mathematics, Barcode, Congruence.*

INTRODUÇÃO AO ESTUDO DA PLATAFORMA ARDUINO PARA DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES EM INTEGRIDADE ESTRUTURAL

Barella, Bruno, brunobarella@hotmail.com[1]
Moura Jr, José dos Reis V. [2]
Borges, Romes A. [2]

[1]*Aluno do curso de Matemática Industrial, Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão*
[2]*Professor do curso de Matemática Industrial, Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão*

Resumo: *A área de manutenção tem se desenvolvido nas últimas décadas no que é denominado Monitoramento de Integridade Estrutural. Nestas abordagens, estruturas complexas e/ou de elevado custo são monitoradas periodicamente utilizando técnicas sofisticadas de sensoriamento e modelagem. Para início do trabalho de pesquisa nesta linha na UFG-RC foram definidas algumas primeiras atividades de desenvolvimento em plataforma Arduino. O propósito específico deste trabalho é desenvolver e apresentar os primeiros passos no desenvolvimento na plataforma Arduino utilizando comunicação via bluetooth e conexão com um aplicativo de smartphone Android. O sistema foi desenvolvido e testado, apresentando confiabilidade na sua funcionalidade única que é o acendimento via celular e conexão bluetooth de um led acoplado à plataforma Arduino*.

Palavras-chave: *Monitoramento de Integridade Estrutural, Plataforma Arduino, App Inventor*

---

1. INTRODUÇÃO

Devido a algumas necessidades especiais de projeto em engenharia, aliadas ao desenvolvimento de novos materiais, foram criados dispositivos e materiais que vêm sendo utilizados com sucesso como sensores e como atuadores que são facilmente incorporados a uma dada estrutura de interesse. Baseados nas características físicas destes componentes, alguns sistemas de controle significativos puderam ser implementados, substituindo, em muitos casos, servomecanismos tradicionalmente utilizados. Estas novas estruturas, denominadas por "estruturas inteligentes", utilizando-se destes novos materiais, denominados por "materiais inteligentes", vêm ganhando reconhecidas aplicações na indústria, assim como nos centros de pesquisa em todo o mundo, revolucionando o projeto de sistemas de controle e prometendo um profundo efeito nas técnicas de projeto (Banks *et al*, 1996 e Moura Jr *et al*, 2008).

Os métodos de avaliação de integridade estrutural não destrutivos, que são também denominados por técnicas de ensaios não destrutivos e principalmente por Ensaios Não Destrutivos (END), são caracterizados por manter, após o ensaio de avaliação, as mesmas características da estrutura em análise anteriores ao ensaio (Bray and McBride, 1992).

Pelo seu caráter, tais ensaios são utilizados principalmente na manutenção e controle da integridade estrutural de componentes em uso. Em alguns casos, uma parada do equipamento se faz necessária para a aplicação de uma destas técnicas, mas sobretudo uma parada temporária, sem a necessidade obrigatória da substituição de componentes após a avaliação (Bray and McBride, 1992).

Algumas outras técnicas destrutivas aplicadas em manutenção de máquinas ou equipamentos são tão precisas ou melhores que as técnicas não destrutivas para avaliação de integridade estrutural, mas devido a necessidade de substituição de componentes a cada avaliação, as técnicas não destrutivas têm ganho grande atenção. Com isto, ocorreu um aumento na confiabilidade e segurança do processo, uma vez que os próprios componentes em uso passam a ser avaliados. Com a expansão da tecnologia, tornou-se importante a criação de sistemas de engenharia cujos projetos têm que considerar a futura necessidade de utilização de técnicas não destrutivas para monitorar em funcionamento (Bray and McBride, 1992).

Neste contexto foi proposto o tema de pesquisa em Monitoramento de Integridade Estrutural cujo desenvolvimento envolve implementações de circuitos eletrônicos (Gibilisco, 2002) para monitoramento de sinais e acoplamentos às pastilhas piezoelétricas utilizadas em estruturas

inteligentes (Moura Jr and Steffen, 2006). O trabalho apresentado aqui é o início do desenvolvimento de três conceitos chave para a implementação dos dispositivos que serão trabalhados: plataforma Arduino, aplicações wireless por *bluetooth* e desenvolvimento de aplicativos em *smartphones*.

2. IMPLEMENTAÇÃO DE TESTE

A etapa inicial deste projeto e que busca ser o objetivo principal deste trabalho buscou o desenvolvimento introdutório e didático de:

1- Introdução à modelagem de circuitos usando o software *Frizing;*
2- Desenvolvimento do circuito usando tecnologia bluetooth na plataforma Arduino;
3- Implementação em software *App Inventor* de sistema de comunicação com Arduino via *bluetooth* para *Smartphone*.

2.1. Plataforma Arduino

A primeira etapa do desenvolvimento consistiu na simulação do circuito e sua implementação física.

O circuito foi montado e projetado no software *Fritzing*, no qual foi possível realizar simulações com os componentes disponíveis do Arduino além de permitir a simulação para análise de seu comportamento eletrônico. A Fig. 1 apresenta o circuito desenvolvido para o trabalho.

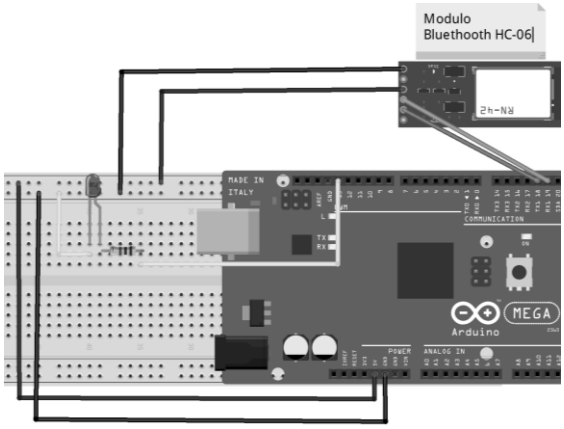


Figura 1. Circuito montado na plataforma Arduino

Para o trabalho em questão a montagem foi realizada utilizando um Arduino Mega 2560, uma placa protoboard, um resistor de 330 ohms, um *led* de 5mm e um módulo *bluetooth* do modelo HC-06.

Como a funcionalidade desejada era de se acender um *led*, a porta 13 foi conectada ao resistor de 330 ohms e o *led* em série, cuja função do resistor é proporcionar uma queda de tensão elétrica para que o *led* não queime, pois a saída digital da porta 13 é de 5 volts e o *led* vermelho opera com uma tensão na faixa de 1,9-2,1 volts e uma corrente de 20mA contínuo, 50mA para pico de 10%.

O acionamento do *led* é realizado por meio do módulo *bluetooth*, que tem como funcionalidade enviar e receber dados por meio das portas RX (recebe dados) e TX (transmite dados). A montagem na placa dos pinos ocorre de forma invertida, no qual o RX do módulo se conecta no TX0 da placa e o TX do módulo no RX0 da placa. A alimentação do módulo é de 5 volts, conectado à tensão que o pino "5V" da placa fornece, e o terra do módulo foi conectado ao "GND" da placa.

A placa Arduino Mega 2560 opera com uma tensão de 5 a 12 volts e a tensão de funcionamento de todos os pinos é de 5 volts. Portanto, foi utilizada a porta USB do notebook como a fonte de alimentação da placa.

O desenvolvimento do código para a plataforma Arduino foi realizado em Linguagem C. A Fig. 2 apresenta o código em linguagem C desenvolvido para o propósito específico da aplicação.

```
int ledpin = 13;
String readString;

void setup(){
Serial.begin(9600);
pinMode(ledpin, OUTPUT);
}

void loop(){
while (Serial.available()){
  delay(3);
  char c = Serial.read();
  readString += c;
}
if (readString.length() >0){
Serial.println(readString);
if(readString == "ON")
{
digitalWrite(ledpin,HIGH);
}
if (readString == "OFF")
{
digitalWrite(ledpin, LOW);
}
readString="";
}
}
```

Figura 2. Código linguagem C para o Arduino

O código se inicia com a declaração da variável *ledpin* do tipo *int* (inteiro) e indica o endereçamento da porta 13 da placa. Em seguida a variável *readString* do tipo *string* (texto) é declarada como a função que irá armazenar a palavra ou mensagem de comando recebida pela porta serial.

Logo a porta serial é inicializada com a velocidade de transmissão serial de 9600 bits por segundo, o pino 13 é definido como saída.

Na função *void loop( )* é declarado que enquanto houver algum *bit* na porta serial do Arduino, ele irá realizar esta função. Esta função utiliza um tempo de verificação de 3 em 3 segundos e faz a chamada da função *Serial.read( )* para atribuir seu resultado de leitura para a variável *c* do tipo *char* (caractere), e guarda o primeiro *byte* disponível na porta serial.

Em seguida, se o que a função tenha lido na porta serial for maior que 0, o programa imprime na na porta serial a palavra guardada na variável *readString*. Se a variável ou palavra for igual a **"ON"**, aciona-se a porta 13 (nível lógico alto), mas se a variável for igual a **"OFF"**, desativa-se a porta 13 (nível lógico baixo).

2.2. Aplicativo no *Smartphone*

Em seguida ao desenvolvimento do circuito eletrônico e seu teste/validação, foi realizada a implementação do código para *smartphone* em plataforma *App Inventor* como ilustrado na Fig. 3.

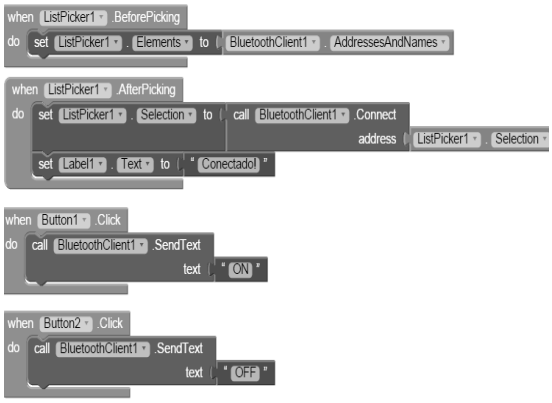


Figura 3. Código App Inventor da aplicação

A escolha da plataforma para desenvolvimento deste aplicativo foi escolhida por ser de fácil implementação, gratuidade e modularidades com funcionalidades avançadas como o uso de módulos *bluetooth* como o utilizado no estudo de caso.

O código é composto por quatro blocos assim definidos: o primeiro bloco define o uso de uma função que quando clicado gera uma lista com elementos disponíveis para pareamento.

No segundo bloco define que depois que o dispositivo foi selecionado e se o pareamento foi realizado com sucesso, envia uma mensagem na *label1* (conectado!).

No terceiro bloco o programa envia a *string* ON para o módulo *bluetooth* se o elemento *Button1* (botão no aplicativo) for pressionado. No quarto e último bloco o aplicativo também envia uma *string* OFF se o botão *Button2* for pressionado.

3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

O objetivo específico de se desenvolver um aplicativo inicial para *smartphone* que controlasse via *bluetooth* um dispositivo na plataforma Arduino foi alcançado com sucesso. A Fig. 4 ilustra a foto do sistema físico desenvolvido com o *smartphone*.

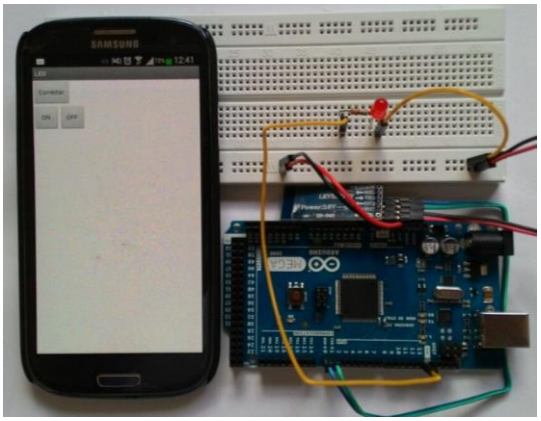


Figura 4. Experimento desenvolvido

Como resultados adicionais, o desenvolvimento deste projeto proporcionou a introdução do estudante de 1º período de Matemática Industrial aos assuntos correlacionados, adquirindo prática no desenvolvimento de aplicativos e montagem de circuitos.

Os próximos passos na continuidade deste projeto estão a geração de sinais e aumento na complexidade de controle, assim como conversão de dados analógicos-digitais-analógicos e uso de pastilhas piezoelétricas ao invés do elemento *led*.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia pelo suporte no desenvolvimento do trabalho apresentado.

REFERÊNCIAS

BANKS, H.T., SMITH, R.C. e WANG, Y.. 1996. Smart Materials Structures – Modeling, Estimation and Control. John Wiley & Sons, Paris, France.
BRAY, D.E., MCBRIDE, D., 1992, "Nondestructive Testing Techniques". John Wiley and Sons.
GIBILISCO, S.. 2002. Manual de Eletrônica e de Telecomunicações. Reichmann e Affonso Editores, Brasil.
MOURA JR, JRV and STEFFEN JR V.. 2006. Impedance based health monitoring for aeronautic structures using statistical meta-modeling. Journal of Intelligent Material Systems and Structures. 17(11): 1023–1036.
MOURA JR, J.R.V., STEFFEN JR, V. and INMAN D.J. 2008. Optimization of monitoring parameters of a space tubular structure by using genetic algorithms. In: Proceedings of SPIE, the International Society for Optical Engineering,

RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

INTRODUCTION TO ARDUINO ENVIRONMENT APPLIED TO THE DEVELOPMENTS IN STRUCTURAL HEALTH MONITORING

Barella, Bruno, brunobarella@hotmail.com[1]
Moura Jr, Jose dos Reis V.[2]
Borges, Romes A.[2]

[1]Industrial Mathematics student, Federal University of Goias, Catalao
[2]Industrial Mathematics – IMTec, Federal University of Goias, Catalao

***Abstract**. Maintenance has been developing in last few decades the field called Structural Health Monitoring. In such approaches, complex structures or high cost systems are monitored periodically by the use of sophisticated techniques of sensoring and modeling. Starting up this subject in UFG-RC, it was defined some initial tasks of development in Arduino Environment. The specific purpose of this contribution is to build and present first steps in the Arduino Environment developments by the use of bluetooth interface and its connection to an Android App. The system was developed and tested, presenting reliability in its single functionality, which was the turn on/off of a led connected to the Arduino Environment by using a mobile phone.*

***Keywords**: Structural health monitoring, Arduino environment, App Inventor*

DESENVOLVIMENTO DE UM INSTRUMENTO DE PESQUISA QUANTO A COORDENAÇÃO DAS PRÁTICAS DE GREEN SUPPLY CHAIN

Ferreira, Raquel Machado, ufg.raquel@gmail.com[1]
Caixeta, Laura Guimarães[1]
Severino, Maico Roris[1]

[1]*Universidade Federal de Goiás (UFG) – Regional Catalão*

Resumo: *A crescente influência da questão ambiental na sociedade em geral e a preocupação com os recursos naturais, levaram as organizações a incorporarem políticas de sustentabilidade em suas decisões estratégicas. Quanto à cadeia de suprimentos, a Green Supply Chain Management (GSCM) surge como novo enfoque à responsabilidade das empresas com o meio ambiente devido ao fato das atividades ao longo da cadeia de suprimentos ocasionarem em sérios impactos ao meio ambiente. Dessa forma, esse artigo objetiva desenvolver um instrumento de análise de como se dá a coordenação das práticas de GSCM nas cadeias de suprimentos que vem implantando-as. Assim, realizou-se uma revisão bibliográfica das práticas de GSCM, como também analisou-se as características sobre a coordenação da cadeia de suprimentos. Além disso, foi construído um material para a realização de uma pesquisa exploratória em campo. Os resultados apresentados nesse artigo indicam a importância de uma sistematização das práticas na determinação da coordenação da cadeia de suprimentos sustentável como também a importância da elaboração de um instrumento de avaliação para compreender melhor o fluxo de produção utilizado pela empresa a ser analisada. Dessa forma, espera-se que esse artigo possa auxiliar futuras pesquisas, em que o enfoque seja o estudo em casos reais.*

Palavras-chave: *Green Supply Chain Management (GSCM), Instrumento de pesquisa, Práticas de GSCM .*

---

1. INTRODUÇÃO

Um dos principais desafios enfrentados pela humanidade é o esgotamento dos recursos naturais, nesse sentido, há uma crescente influência da questão ambiental na sociedade em geral e nas organizações. Segundo Andrade (2010) esse desafio enfrentado pela humanidade aliado a necessidade de uma maior responsabilidade social tem levado as organizações a incorporarem políticas de sustentabilidade. Dessa forma, com o propósito de contribuir para o desenvolvimento sustentável, a capacidade de produção mundial precisa ser mais eficiente na utilização dos recursos.

Nesse sentido, a *Green Supply Chain Management* (GSCM) surge como novo enfoque à responsabilidade das empresas com o meio ambiente. Essa proposta de GSCM visa a relação entre o gerenciamento da cadeia e o meio ambiente, de forma que as preocupações ambientais e o desempenho empresarial sejam equilibrados. Desse modo, a GSCM vem se desenvolvendo em diversos países através da adoção de práticas ambientalmente corretas motivadas pela necessidade do descarte ecologicamente correto dos resíduos sólidos, da redução da poluição da água e do ar, do uso consciente dos recursos naturais, além de legislações ambientais. Segundo Sarkis, Zhu e Lai (2010), a mesma integração do fluxo de produção seria tratada dentro da interorganização praticada, incluindo a preocupação ambiental como ponto de partida.

Dessa forma, a gestão da cadeia sustentável inclui a concepção do produto, seleção de material, processos de fabricação, entrega do produto final como também a gestão do produto após o término do seu ciclo de vida. Dentre as ferramentas do GSCM que auxiliam na implantação e no controle de toda a cadeia e que serão abordadas nesse artigo estão o Design Verde, Operações Verdes, Remanufatura, Redução de Resíduos, a Logística Reversa, entre outras. Através do uso dessas ferramentas as organizações conseguem melhorias que impactam em toda a cadeia (ALVES; NASCIMENTO, 2013).

Assim, com o propósito de criar um pensamento estratégico coordenado de todas as etapas da cadeia passando desde o fornecedor, produtor, consumidor até a logística reversa, a coordenação da cadeia de suprimentos verde se faz necessária. Dessa forma, a coordenação da GSCM busca otimizar os processos de informações, o transporte, a diminuição do custo, a produtividade, dentre outros fatores, levando em conta o aspecto sustentável. Entretanto, para alcançar o comprometimento de toda a cadeia, é necessário,

segundo Xue (2010), avaliar a satisfação dos clientes, a qualidade dos serviços, a receita e os custos da cadeia.

Embora a adoção das práticas de GSCM tem se mostrado como grande oportunidade de agregar valor ao produto, minimizar os impactos no processo de produção, gerar inovações de produto e processo, a gestão sustentável da cadeia de suprimentos ainda é um tema pouco explorado no Brasil.

Dessa forma, pretende-se apresentar um referencial de práticas de GSCM, realizado a partir de uma revisão bibliográfica, além de entender as motivações e dificuldades de implantação de uma GSCM. Para isso, a elaboração de um questionário baseado no referencial das práticas de GSCM se faz necessário para a pesquisa exploratória. Destaca-se que não foi encontrado na literatura instrumentos que permitem tal avaliação.

Portanto, esta pesquisa de iniciação científica tem por objetivo desenvolver um instrumento de analise de como se dá a coordenação das práticas de GSCM nas cadeias de suprimentos que vem implantando-as.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As abordagens metodológicas a serem utilizadas neste projeto são: pesquisa bibliográfica, elaboração de questionário e aplicação em casos reais. A pesquisa será conduzida do seguinte modo:

a) Uma revisão bibliográfica sobre a SCM, destacando metodologia desenvolvida por Severino (2012). Juntamente à pesquisa da gestão da cadeia de suprimentos, realizará uma pesquisa revisional da literatura sobre GSCM, segundo abordagens internacionais.

b) Classificação dos sistemas de coordenação da GSCM, identificados na literatura, elaborando um modelo amplo de organização conforme características em comum. Os critérios de classificação, com base na literatura, permitem avaliar as condições da GSCM e seus sistemas de desempenho, que serão abordados no desenvolvimento da pesquisa.

c) Elaboração do instrumento de pesquisa para a realização da pesquisa exploratória da mesma *in loco*, para coleta de dados e informações por meio de entrevistas e aplicação de um questionário desenvolvido pelos autores, observações diretas e análise de documentos internos da empresa.

3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

A pesquisa apresentada por esse artigo ainda está em andamento e dentre as etapas propostas na metodologia, alguns resultados já foram obtidos.

A primeira etapa, de revisão bibliográfica, os autores realizaram uma revisão de literatura de artigos internacionais sobre GSCM. Através da plataforma *Engineering Village*, concentrou-se a busca pelas palavras chaves: *"Coordination"*e *"Green Supply Chain Management"*. Encontraram-se 20 artigos, sendo que desses, 18 artigos foram selecionados para enfoque do estudo. Os artigos estudados destacaram-se na abordagem das práticas de GSCM, além de características sobre a coordenação da GSC.

Depois de realizada a revisão de literatura, os autores elaboraram um referencial teórico sobre práticas de GSCM, como segunda etapa da metodologia. Os diversos artigos da revisão bibliográfica apresentaram práticas e técnicas de utilização das mesmas, próprias da GSCM. No entanto, percebeu-se a necessidade de organizá-las e defini-las de uma melhor forma. Nesse sentido, após determinar as características e abrangências de cada prática, os autores também definiram as técnicas que auxiliam na aplicação dessas práticas.

As práticas identificadas foram: Análise do Ciclo de Vida, Green Consumption, Green Design (Ecodesign), Green Manufacturing, Green Marketing, Green Packaging, Green Procurement e Green Recycling. Já as técnicas abordadas foram: Consultation Selection Method, Cooperação com o cliente, Environmental Management System, Environmental Risk Sharing, Environmentally Conscious Design, Gestão Ambiental Interna, Outsourcing in Green Remanufacturing e Recuperação do Investimento.

A seguir são apresentadas brevemente conceitos que definem as práticas selecionadas.

- Análise do Ciclo de Vida (ACV): Analisa os requisitos do produto desde a extração das matérias-primas até o momento em que ele deixa de ter uso e é descartado ou é reciclado.
- Green Consumption: Refere-se aos comportamentos dos consumidores, como: resistência ao consumismo e diminuição de consumo de produtos que não são sustentáveis.
- Green Design (Ecodesign): Projeto e Planejamento prévio de produtos e de linhas de produção que aderem à preservação do meio ambiente e ao reuso e reaproveitamento dos insumos.
- Green Manufacturing: Produção (verde) que faz um equilíbrio entre valores ambientais, econômicos e sociais. Ou seja, é o investimento em processos tecnológicos que conseguem maximizar a utilização dos recursos e ao mesmo tempo reduzir consumo de energia e poluição.
- Green Marketing: Objetiva atingir as especificidades dos consumidores através de práticas voltadas para o lado green, no processo de

marketing. Isso inclui, mas não se limita a pesquisas de mercado, desenvolvimento de produtos sustentáveis, formulação de preços, montando canais de marketing, atingindo interesses econômicos sustentáveis.

- Green Packaging: Desenvolvimento de embalagens ecologicamente sustentáveis, que não degradem o meio ambiente, além de apresentarem ao cliente fotos e ilustrações de forma a educá-los na importância da sustentabilidade.
- Green Procurement: Essa prática é utilizada através da compra de material reciclado ou reusado, em que a avaliação do ciclo de vida do produto é considerada. Os custos de: matéria prima, produção, transporte, armazenagem, tratamento, uso e eliminação do produto são todos levados em conta. As vantagens da compra verde são: redução de gastos, economia de custos e redução de resíduos tóxicos.
- Green Recycling: Inclui vários níveis de reciclagem e parte do princípio de que a empresa deve não somente projetar toda logística reversa do produto, com processos e produtos ecologicamente corretos. Visa a máxima reciclagem pelo menor custo.

A etapa seguinte apresentada pela literatura foi a seleção das empresas a serem estudas para a realização da pesquisa *in loco*. O contato com algumas empresas já foi realizado, contudo o retorno por parte delas ainda não foi favorável para a visita *in loco*. Por isso, o estágio atual da pesquisa é justamente conseguir realizar a visita nas empresas para poder aplicar o referencial de práticas construído.

Em sequência, a metodologia traz a construção do material para a pesquisa exploratória, como uma ferramenta de coleta de dados e informações. Com isso, os autores elaboraram um questionário para ser aplicado durante a entrevista à empresa, capaz de coletar informações para a análise da GSCM. O questionário elaborado foi dividido em três sessões: identificação da empresa, identificação das práticas de GSCM e identificação da coordenação.

A seção de identificação das empresas conta com a caracterização do sistema de produção, market share, portfólio de produtos e o segmento de mercado da empresa. Assim, conhecendo primeiramente a empresa, é possível entender melhor o processo de coordenação da sua cadeia de suprimentos.

A outra seção é sobre a identificação de quais práticas estão presentes na empresa e como essas práticas funcionam dentro do fluxo de produção. Essa sessão subdividiu-se, em perguntas sobre cada prática do referencial construído, permitindo uma análise mais profunda sobre a abrangência de cada prática. A estrutura dessa seção no questionário está apresentada na Fig. 1.

- Green Manufacturing:

1) Investimento em processos tecnológicos que conseguem maximizar a utilização dos recursos e ao mesmo tempo reduzir consumo de energia e poluição?

( ) SIM ( ) NÃO

Se sim, que tipo de investimentos são esses?_____

- Green Marketing:

1) Desenvolve pesquisas de mercado pra saber a opinião dos consumidores quanto a produtos sustentáveis?

( ) SIM ( ) NÃO

Se sim, qual frequência?_____

Qual o resultado dessa pesquisa?_____

2) Desenvolvimento de produtos verdes?

( ) SIM ( ) NÃO

Figura 1. Estrutura da seção de identificação das práticas no questionário.

A seção de identificação das práticas conta com perguntas sobre o posicionamento interno da empresa. Foram elaboras nessa seção 22 perguntas, apresentadas tal qual a Fig. 2, por exemplo: auditoria interna e externa; adoção da norma ISO 14001; projeto e planejamento prévio de produtos e de linhas de produção que aderem à preservação do meio ambiente; reuso e/ou reaproveitamento dos insumos. Além disso, o questionário traz questões sobre o relacionamento do consumidor e da empresa, como o vínculo de propagandas e o processo de logística reversa. Também são apresentadas perguntas sobre os custos e gastos no processo de desenvolvimento da GSCM, presente nas últimas partes da seção das práticas.

IDENTIFICAÇAO DAS PRATICAS

- Gestão Ambiental Interna:

1) Programas de auditoria interna e externa sobre a adoção de práticas de sustentabilidade?

( ) SIM ( ) NÃO

Se sim, quais programas? _____

Existe algum intervalo de realização?_____

2) Adoção de sistema de gestão com base na ISO 14001?

( ) SIM ( ) NÃO

Se sim, quais?_____

- Green Consumption:

Sobre o comportamento dos consumidores

1) Percebe-se através de algum mecanismo se seus consumidores são conscientes, se preferem produtos mais sustentáveis?

( ) SIM ( ) NÃO

Se sim, quais características esses consumidores querem que seus produtos possuam?_____

- Green Design (Ecodesign):

1) Projeto e planejamento prévio de produtos e de linhas de produção que desde seu início aderem à preservação do meio ambiente?

( ) SIM ( ) NÃO

Se sim, qual tipo de planejamento é feito?_____

2) Reuso e/ou reaproveitamento dos insumos?

( ) SIM ( ) NÃO

Se sim, quais insumos?_____

Qual (is) fornecedor (s)?_____

3) A empresa atua no mercado de carbono?

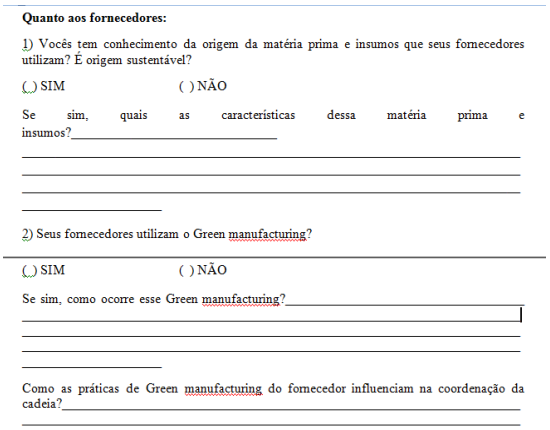
( ) SIM ( ) NÃO

Figura 2. Identificação das práticas de GSCM no questionário.

Por fim, a última sessão do questionário construído está relacionada à análise de como a coordenação da GSCM pode ocorrer em uma empresa, podendo-se observar uma parte na Fig. 3. Nessa seção, a integração entre fornecedores, empresa focal e consumidores é compreendida e importante para o posicionamento das práticas na GSCM da empresa.

A análise da coordenação se dá em duas vertentes: a primeira, entre a empresa focal e fornecedores; e a segunda, entre a empresa focal e consumidores. Um dos principais fatores analisados pelo questionário, presente nas duas vertentes, está relacionado à distribuição, tanto de insumos quanto de produto final.

Também nessa seção, o questionário investiga sobre as características sustentáveis do fornecedor. Este fornecedor precisa compartilhar das práticas de GSCM para integrar a cadeia de produção sustentável. Do mesmo modo, há perguntas que abordam o comportamento sustentável do consumidor, tanto o final quanto o intermediário. O consumidor também precisa adotar práticas de GSCM para contribuir para a otimização da cadeia.



Quanto aos fornecedores:

1) Vocês tem conhecimento da origem da matéria prima e insumos que seus fornecedores utilizam? É origem sustentável?

( ) SIM ( ) NÃO

Se sim, quais as características dessa matéria prima e insumos?_____

2) Seus fornecedores utilizam o Green manufacturing?

( ) SIM ( ) NÃO

Se sim, como ocorre esse Green manufacturing?_____

Como as práticas de Green manufacturing do fornecedor influenciam na coordenação da cadeia?_____

Figura 3. Seção de análise da coordenação da GSC no questionário.

Logo, pretende-se que ao final do questionário, os autores consigam conceituar a GSCM da empresa pesquisada, conforme as práticas e a coordenação qualitativamente identificadas.

Através da pesquisa realizada até o momento, os autores construíram um referencial de práticas de GSCM. Pode-se concluir com isso, a importância desse referencial na determinação da coordenação da cadeia de suprimentos sustentável.

O desenvolvimento de um questionário para aplicação na visita *in loco* nas empresas permite a determinação das práticas de GSCM. Esse artigo, portanto, detalhou o desenvolvimento de um instrumento de pesquisa importante para a compreensão e análise de como a coordenação do fluxo de produção da empresa ocorre.

Assim, sugere-se como trabalhos futuros o uso deste ferramental em casos reais, tanto para validar a eficiência da mesma, como dos casos reais estudados.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) pelas bolsas de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

ALVES, A., NASCIMENTO, L. 2013. Green supply chain management: protagonista ou coadjuvante no cenário brasileiro. *SIMPOI. Anais*.

DE ANDRADE, M. C. F. 2010. Green Supply Chain Management e Sustentabilidade na Agroindústria Canavieira: o caso Jalles Machado S/A.

SARKIS, J.; ZHU, Q.; LAI, K. H. 2011. An organizational theoretic review of green supply chain management literature. *International Journal of Production Economics*, *130*(1), 1-15.

XUE, Y. 2010. Performance Evaluation of Green Supply Chain. In *2010 2nd International Conference on E-business and Information System Security* (pp. 1-4).

RESPONSABILIDADE AUTORAL

"Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho".

DEVELOPMENT OF AN INSTRUMENT OF RESEARCH AS A COORDINATION GREEN SUPPLY CHAIN PRACTICES

Ferreira, Raquel Machado, ufg.raquel@gmail.com[1]
Caixeta, Laura Guimarães[1]
Severino, Maico Roris[1]

[1]*Universidade Federal de Goiás (UFG) – Regional Catalão*

Abstract. *The growing influence of environmental issues at the society and the concern for natural resources has made the organizations to incorporate sustainability politics in their strategic decisions. About the supply chain, the Green Supply Chain Management (GSCM) arises as a new approach to corporate responsibilities to the environment due to the fact of activities along the supply chain occasioning serious impacts on the environment. Thus, the aim of this paper is to develop an analytical tool that analyses the practices that have been implemented for GSCM coordination. Thus, we carried out a literature review of GSCM practices, as well as analyzed the features on the supply chain coordination. Besides, a material to conduct an exploratory research on a company was built. The results presented in this paper indicate the importance of systematizing practices in determining the coordination of sustainable supply chain as well as the importance of developing an assessment tool to better understand the production flow used by the company to be analyzed. Thus, it is expected that this paper may assist future researches in the study focus is in actual cases.*

Keywords*: Green Supply Chain Management, Instrument of research, Green Supply Chain Practices.*

DETERMINAÇÃO DE UMA SOLUÇÃO APROXIMADA DA EQUAÇÃO DE DUFFING POR MEIO DE ALGORITMO GENÉTICO

Silva, Eliabe Jacinto, eliaby.jsilva@gmail.com[1]
Santee, Donald Mark [2]
[1] Eliabe Jacinto da Silva, Graduando do curso de Matemática Industrial na Universidade Federal de Goiás-Regional catalão.
[2] Donald Mark Santee, possui graduação em Eng. Civil pela UNB (1985), mestrado (1988) e doutorado (1999) em Estruturas Mecânicas pela PUC-Rio . Atualmente é professor na Universidade Federal de Goiás.

Resumo: *Este trabalho visa testar uma abordagem do Algoritmo Genético (GA) para a determinação de uma solução aproximada da Equação de Duffing, e tem como objetivo obter resultados significantes e que tenha uma abrangência no espaço dos parâmetros, maior do que os resultados obtidos por métodos de perturbação. Principalmente sobre as hipóteses de pequena não linearidade e/ou pequenas amplitudes de vibração.*

Através do auxílio de um método numérico (Runge Kutta de 4º ordem) iremos comparar com os resultados obtidos pelo Algoritmo Genético (GA), possibilitando calcular a aptidão dos resultados. Essa solução poderá servir de referência para o desenvolvimento de novos métodos de perturbação.

Palavras-chave: *Algoritmo genético, Equação de Duffing, Estruturas*.

---

1. INTRODUÇÃO

O uso de colunas é muito comum em construções civis, por isso seu estudo merece de minuciosa atenção e os critérios de dimensionamento devem ser bem estabelecidos para garantir a segurança da estrutura, evitando o comprometimento da mesma. Em particular colunas semienterradas são usadas em chaminés, torres, estruturas “off-shore”, etc.

Estas colunas podem aparecer totalmente enterradas, desenterradas ou semienterradas nos mais diferenciados tipos de solos.

Existem modelos e soluções propostas para o caso totalmente enterrado e totalmente desenterrado, como o que se encontra em Queirós & Santee (2007). Já para o caso semienterrado, poucas são as referências na literatura, existindo uma carência de estudos nesse tópico.

Alguns modelos de colunas semienterradas são conhecidos, como os propostos por Sampaio (2004). Estudos anteriores que fazem parte do presente projeto de pesquisa, desenvolveram um modelo matemático que descreve o comportamento de uma coluna semienterrada em um solo quadraticamente não linear do tipo “com enfraquecimento”.

2. EQUAÇÃO DE DUFFING

O modelo matemático obtido a partir de funções de forma quadráticas e com um carregamento transversal periódico recai na equação diferencial ordinária conhecida como Equação de Duffing e possui a forma geral.

$$\ddot{x} + c\dot{x} + w0^2 x + \alpha x^3 = F\cos(\Omega t) \qquad (1)$$

Onde as constantes c, w0 e α dependem das características geométricas da coluna e das propriedades do solo.

W0 = frequência natural de oscilação
c = amortecimento
α = termo de não linearidade
F = forçamento

A solução da equação diferencial (1) descreve como a coluna se deforma com o tempo e não possui solução exata. As soluções obtidas para essa equação são obtidas por integração numérica ou, no caso da necessidade de uma fórmula algébrica para a solução, por métodos de perturbação. Essas soluções possuem uma abrangência limitada às hipóteses que foram efetuadas na obtenção da respectiva solução aproximada.

Uma estratégia para a obtenção de uma solução aproximada para a equação (1) que ainda não foi utilizada é o Algoritmo Genético, que tem mostrado resultados bem interessantes chegando a reproduzir algumas patentes e criar patentes novas (LINDEN, 2012).

Foi utilizado o Octave para implementar o algoritmo de Runge Kutta de quarta ordem, Além de um *script* organizador, e utilizar o Algoritmo Genético do programa.

3. RUNGE KUTTA DE 4º ORDEM

Através de pesquisas, foi determinado que, seria ideal obter uma solução da equação de Duffing através de um método numérico, foi escolhido então o método "Runge kutta de 4º ordem" para obtermos resultados a qual serão comparados com os resultados de um GA (Algoritmo Genético), dada as mesmas condições.

4. METODO DA MUDANÇA DE VARIAVEL

Foi feita uma mudança de variáveis no sistema original (1) para que possa ser aplicado o método de Runge kutta de 4º ordem. A mudança transforma a equação Diferencial Ordinária de segunda ordem em um sistema de primeira ordem a que o método de Runge-Kutta utiliza.

Equação de Duffing:

$$\ddot{x} + c\dot{x} + w0^2 x + \alpha x^3 = Fcos(\Omega t) \qquad (1)$$

4.1. Mudança de variável da equação de duffing

Isolando $\ddot{x}$ obtemos:

$$\ddot{x} = -c\dot{x} - w0^2 x - \alpha x^3 + Fcos(\Omega t) \qquad (2)$$

Fazendo $[\, x1 = x \; e \; x2 = \dot{x} \,]$

1º se derivamos $x1 = x$ dos dois lados temos:

$$x1 = x \;\rightarrow\; \dot{x}1 = \dot{x}$$

Sabemos que $\dot{x} = x2$ logo $\boldsymbol{\dot{x}1 = x2}$

2º se derivamos $x2 = \dot{x}$ dos dois lados temos:

$$x2 = \dot{x} \;\rightarrow\; \boldsymbol{\dot{x}2 = \ddot{x}}$$

Juntando os dados temos

$$x1 = x$$

$$x2 = \dot{x}$$

$$\dot{x}1 = x2$$

$$\dot{x}2 = \ddot{x}$$

Substituindo na equação (2) temos:

$$\ddot{x} = c\dot{x} - w0^2 x - \alpha x^3 + Fcos\,(\Omega t) \qquad (2)$$

$$\boldsymbol{\dot{x}1 = x2} \qquad (3)$$

$$\boldsymbol{\dot{x}2 = -cx2 - w0^2 x1 + \alpha x1^3 + Fcos(\Omega t)} \qquad (4)$$

4.2. Aplicando o Método de Runge kutta de 4º ordem

Considerando-se as seguintes condições iniciais:

function [f1,f2] = tt(t,x1,x2)

f1=x2;
f2=F*cos(Frequência da Força *t)-w0^2*x1+alpha*x1^3-c*x2;

Tabela 1. Condições Iniciais

Condições Iniciais Runge-kutta de 4º Ordem		
Numero de pontos	N	40
Pi	π	3.14
Tempo inicial	t(1)	0
x1 inicial	x1(1)	1
x2 inicial	x2(1)	0
Passo	H	(2*π)/N
Amortecimento	C	0.05
Frequência natural de oscilação	W0	1
Alpha	A	-1
Frequência da Força	Ω	1
Força	F	0.021

```
clear
clear all

%CONDIÇÕES INICIAIS
%=====================================================
N=4;  PI=3.14; t(1)=0; x1(1)=1; x2(1)=0; h = (2*PI)/N;
%=====================================================

for  n=1 :10*N

     [k1(1),k1(2)] = tt(t(n),x1(n),x2(n));
     [k2(1),k2(2)]=tt(t(n)+(h/2),x1(n)+(h/2)*k1(1),x2(n)+(h/2)*k1(2));
     [k3(1),k3(2)]=tt(t(n)+(h/2),x1(n)+(h/2)*k2(1),x2(n)+(h/2)*k2(2));
     [k4(1),k4(2)]  =tt(t(n)+h,x1(n)+h*k3(1),x2(n)+h*k3(2));

     x1(n+1)=x1(n)+((h./6)*(k1(1)+2*k2(1)+2*k3(1)+k4(1)));
     x2(n+1)=x2(n)+((h./6)*(k1(2)+2*k2(2)+2*k3(2)+k4(2)));

     t(n+1)=t(n)+h;

  end
```

Figura 1. Parte Principal do método Runge kutta de 4º Ordem.

4.3. Resultados gráficos do Runge kutta de 4º ordem

Esses são os resultados encontrados com o Método de Runge kutta de 4º Ordem com a função

utilizando as mesmas condições no GA, e numero de ponto igual a 40.

Os resultados estão dispostos em t, x1 e x2.

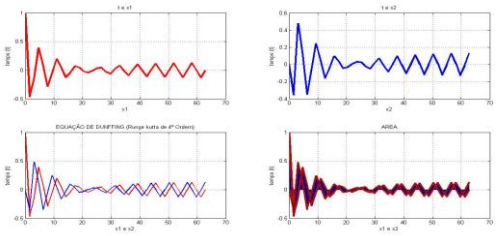


Figura 2: Gráficos do Runge kutta de 4º Ordem.

Os resultados numéricos, inicialmente são armazenados em um arquivo de texto para podermos analisar logo em sequencia.

5. APLIANDO O ALGORITMO GENÉTICO

5.1. Algoritmos evolucionários

Algoritmos evolucionários usam modelos computacionais dos processos naturais de evolução como ferramenta para resolver problemas. Os algoritmos evolucionários funcionam mantendo uma população de estruturas, denominadas indivíduos ou cromossomos, que se comportam de forma semelhante a evolução das espécies. A estas estruturas são aplicados os chamados operadores genéticos, como recombinação e mutação, entre outros. Cada indivíduo recebe uma avaliação que é uma quantificação da sua qualidade como solução do problema em questão. Com base nesta avaliação serão aplicados os operadores genéticos de forma a similar a sobrevivência do mais apto.

Os algoritmos evolucionários são extremamente dependentes de fatores probabilísticos, tanto na fase de iniciação da população quanto na fase de evolução (durante a seleção dos pais, principalmente), isto faz com que os seus resultados raramente sejam perfeitamente reprodutíveis. Os algoritmos evolucionários são heurísticos que não asseguram a obtenção do melhor resultado possível em todas as suas execuções.

5.2. O que são algoritmos genéticos?

Algoritmos genéticos (GA) é um ramo dos algoritmos evolucionários, podem ser definidos como uma técnica de busca baseada no processo biológico de evolução natural, são técnicas heurísticas de otimização global, os GAs se defere de métodos como de (Hill Climbing), que seguem a derivada da função e eram encontrar o seu máximo, ficando retidos em máximos locais. Nos GAs é criado uma populações de indivíduos, em sequencia é aplicado os operadores genéticos nessa população: seleção, recombinação (crossover) e mutação, os operadores ira submeter cada individuo uma qualidade como solução do problema e eventualmente deverá gerar um indivíduo que caracterizará uma boa solução LINDEN, 2012).

Segundo Linden (2012) GAs são técnicas probabilísticas, e não técnicas determinísticas, assim sendo, um GA com a mesma população inicial e o mesmo conjunto de parâmetros podem encontrar soluções diferentes a cada vez que é executado, trabalham com uma grande população de pontos, sendo uma heurística de busca no espaço de soluções, diferencia-se dos esquemas enumerativos pelo fato de não procurar em todos os pontos possíveis, mas sim em um subconjunto destes pontos.

5.3. Esquema de um GA

Os algoritmos genéticos são um ramo da computação evolucionária, e, por consequente, seu funcionamento é extremamente similar, pode ser resumido algoritmicamente através dos seguintes passos:

a) Inicia-se a população de cromossomos.
b) Avalia cada cromossomo na população.
c) Selecione os pais para gerar novos cromossomos.
d) Aplique os operadores de recombinação e mutação a estes pais de forma a gerar os indivíduos da nova geração.
e) Apague os velhos membros da população.
f) Avalie todos os novos cromossomos e insira-os na população.
g) Se o tempo acabou ou o melhor cromossomo satisfaz os requerimentos e desempenho, retorne-o, caso contrário, volte ao passo c.

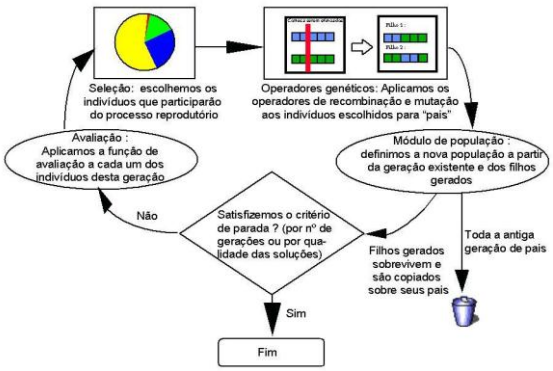


Figura 3. Esquema de um GA.

6. APLICANDO O ALGORITMO GENÉTICO

Função com as mesmas condições iniciais aplicadas ao método de Runge kutta:

f(1) = x(2);
f(2)=F*cos(Frequência da Força *t)-w0^2*x(1)+alpha*x(1)^3-c*x(2);

Preenchimento do algoritmo:

Tabela 2. Condições Iniciais

Condições Iniciais Algoritmo Genético		
Função de fitness	Fitness function	PIVIC
Número variável	Number variable	2
Limite Superior	Lower	[0,0]
Limite inferior	Upper	[100,100]
Tamanho da População	population size	64
Fração de mutação da População	Paralelo front population fraction	0.7
Gráfico	Grafic	Paralelo front e Distance
Amortecimento	C	0.05
Frequência natural de oscilação	W0	1
Alpha	A	-1
Frequência da Força	Ω	1
Força	F	0.021

Ao executarmos o algoritmo genético com as condições iniciais acima, obtemos os seguintes gráficos, onde são mostrados os pontos percorridos pelo algoritmo.

7. RESULTADOS

7.1. Algoritmo organizador

Após Vários testes utilizando os métodos previstos "Runge Kutta de 4º ordem e Algoritmo genético" foi feito um algoritmo para manipular os dados e organizar de forma coesa os resultados, possibilitando assim enxergarmos os gráficos de ambos os resultados e principalmente para podermos calcular a aptidão do GA com relação ao Runge Kutta.

O algoritmo criado faz os seguintes passos:

a) Primeiro o algoritmo ler os resultados dos dois métodos, que estão salvos em um arquivo de texto, e os insere de forma organizada em uma planilha no "Excel".

```
resultado1=load('ag.txt'); % resuldados do Algoritmo Genético
excel1= xlswrite('t.xlsx',resultado1,1,'B6');

resultado2=load('rk.txt'); % resuldados do Runge kuta 4° ordem
excel2= xlswrite('t.xlsx',resultado2,1,'I5');
```

$$\text{aptidão} = \exp\left(-\sum_{i=0}^{n}\left[x_{GA}(t_i) - x_{runge-kutta}(t_i)\right]^2\right)$$

Figura 4. Aptidão final.

Preenchimento dos vetores, e parte do calculo da aptidão:

```
for i=1:m

  %valores de x1 Ag e x1 rk4
    x(i,1)=R1(i);
    x(i,2)=R3(i);
    %valores de x2 Ag e x2 rk4
    y(i,1)=R2(i);
    y(i,2)=R4(i);

    resultados(i,1)=(x(i,1)-x(i,2))^2;
    resultados(i,2)=(y(i,1)-y(i,2))^2;
end
```

Figura 5. Trecho do código, primeira parte do calculo da aptidão.

b) Em seguida inserimos os resultados do calculo em uma tabela no "Excel", onde é feito o restante dos cálculos.

```
excel3= xlswrite('t.xlsx',resultados,2,'B6');
```

Tabela 3. Resultado Final da aptidão.

Aptidão x1	Aptidão x2
1,4398E-221	0,99980745

E por ultimo o algoritmo plota os gráficos de R1, R2, R3 e R4, correspondente aos valores de x1 e x2 do Ga e x1 e x2 do Runge Kutta.

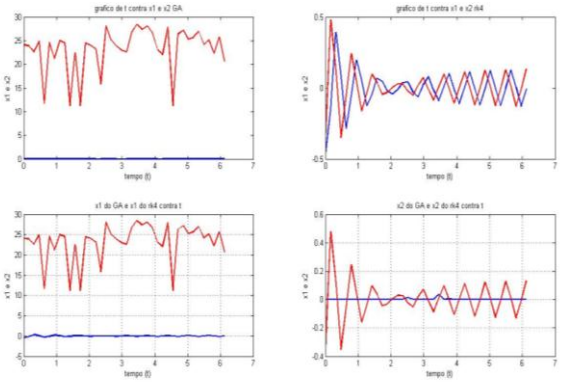


Figura 6. Gráficos de x1 e x2 de ambos os métodos.

8. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Neste trabalho foi apresentado um modelo matemático para uma coluna semi-enterrada, a equação de Duffing é um sistema formado por um conjunto de equações diferenciais ordinárias não-lineares, que descreve o seu comportamento. A principal contribuição deste trabalho foi o a verificação da eficiência do algoritmo genético na aproximação da solução da equação diferencial (Equação de Duffing), pode-se perceber que a função de aptidão desempenha um papel fundamental na eficiência do método, a função de aptdão utilizada :

F(1)=(x2); f(2)= F*cos(Frequência da força *t) - w0^2*x(1)+alpha*x(1)^3-c*x(2);

Não foi uma boa função uma vez que permitiu grandes diferenças entre a solução do Ga e a solução numérica da equação diferencial, fazendo com que a solução do GA diferisse substancialmente da solução do Runge Kutta, conforme pode ser observado nos gráficos da figura 9. Como recomendação

para trabalhos futuros o desenvolvimento de alternativas mais eficientes para a função de aptidão.

REFERÊNCIAS

LINDEN, Ricardo, Algoritmos Genéticos, 2a Edição, Editora Brasport, 428 pp. 2012.

FRIEDLAND, Bernard, Control System Design an Introduction to State-Space Methods. Mineola. Dover Publications, 2005.

TONINI, A.M. SCHETTINO, D.N. Matlab para Engenharia. 1. Ed. Belo Horizonte, BH, Brasil, 2002. Disponível em: http://www.netsoft.inf.br/aulas/7_EAC_Sistemas_Realimentados/6_MatLab_para_Engenharia.pdf Acesso em: 20/09/2014.

QUEIROZ, Thiago Alves de & SANTEE, Donald Mark, Aperfeiçoamento de Métodos Numéricos com APlicação Comparativa e Esdudo de Caso para o Problema da Coluna Parciamente Enterrada Sujeita ao Caos, CMNE/CILAMCE/APMTAC 2007, Porto, Portugal, 2007

SAMPAIO, Antônio Eduardo Gonçalves. Análise do Comportamento Dinâmico de Colunas Semi-Enterradas. Dissertação de Mestrado - PUC-Rio: Rio de Janeiro, 2004.

DETERMINATION OF AN APPROXIMATE SOLUTION FOR THE DUFFING EQUATION BY MEANS OF A GENETIC ALGORITHM

Silva, Eliabe Jacinto, eliaby.jsilva@gmail.com[1]
Santee, Donald Mark[2]

[1] Eliabe Jacinto da Silva, Graduating the course of Industrial Mathematics at the Federal University of Goiás Catalan-Regional.

[2] Donald Donald Mark Santee, graduated in Civil Eng. For UNB (1985), master's (1988) and doctorate (1999) in Mechanical Structures PUC-Rio. He is currently a professor at the Federal University of Goiás.

Abstract. *This paper tests the Genetic Algorithm (GA) approach to determine an approximate solution for the Duffing equation, and aims to achieve significant results and that has a range in the parameter space, higher than the results obtained by perturbation methods. Especially for the cases of small non-linearity and / or small vibration amplitudes.*

Through the aid of a numerical method (4th order Runge Kutta) it will be compared with the results obtained by Genetic Algorithm (GA), allowing to calculate the suitability of the results. This solution can serve as a reference for developing new disruption methods.

Keywords: *Genetic Algorithm, Duffing equation, Structures.*

PROPOSTA DE UM MODELO DE INDICADORES DE DESEMPENHO PARA A GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Alencar, Antonielli Silva, antoniellialencar@gmail.com[1]
Severino, Maico Roris, maicororis@gmail.com[1]

[1]*Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão*

Resumo: *O ser humano tem causado inúmeros impactos ambientais negativos, principalmente dentro de grandes corporações, extraindo do ambiente a matéria-prima para efetuar suas atividades de negócio. No entanto, este cenário tem sido forçado a mudanças por pressões de consumidores, legislações e/ou stakeholders. Dessa forma, empresas tem buscado cada vez mais aplicar práticas ambientalmente corretas em seus processos de gestão, como é o caso da Green Supply Chain Management (GSCM), além de avaliar o grau de utilização das práticas por meio de sistemas de medição de desempenho. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo desenvolver uma proposta de modelo de indicadores de desempenho aplicados ao GSCM. Para realização do estudo, fez-se uma revisão bibliográfica, classificando e organizando os modelos encontrados e, posteriormente, elaborou-se um novo modelo de medição de desempenho baseado nos modelos encontrados. Logo, o principal resultado obtido é criação de um modelo de medição de desempenho mais amplo que os modelos normalmente encontrados na literatura, composto por sete grupos que ainda são divididos em atributos e indicadores qualitativos e quantitativos.*

Palavras-chave: *Green Supply Chain Management , Sistema de Medição de Desempenho,Gestão da Cadeia de Suprimentos*

---

1. INTRODUÇÃO

Foladori (2001) afirma que a consciência de que o ser humano prejudicou a biosfera de forma radical, afetando sua própria sobrevivência, vem se consolidando desde a década de 1970. E os impactos vão desde a poluição de rios, poluição do ar de algumas cidades, extração, até o esgotamento de minerais e recursos não renováveis. Devido a isso, várias empresas têm aplicado práticas ambientais, a fim de amenizar os impactos ambientais negativos causados.

Tachizawa (2011) relata que os novos tempos são caracterizados por consumidores mais exigentes, que buscam interagir com organizações que sejam éticas, que tenham boa imagem institucional e que atuem de forma ecologicamente responsável.

Uma das formas de gerenciar o meio ambiente é através de práticas como a *Green Supply Chain Management* (GSCM). Uma possível tradução para o termo pode ser Gestão da Cadeia de Suprimentos Verde. Segundo Zheng (2010) GSCM é um meio de coordenar os elos presentes numa cadeia de suprimentos, desde os fornecedores, fabricantes, atacadistas, varejistas até o cliente final, como uma estratégia de manter as empresas competitivas e sustentáveis.

Hoje em dia é de suma importância associar marcas a responsabilidade ambiental, pois além de amenizar ou eliminar problemas ambientais, as empresas se tornam bem vistas bela sociedade e ainda podem reduzir custos e aumentar a lucratividade. No entanto, faz-se necessário medir o nível de utilização das práticas por meio de sistemas de medição de desempenho.

Um sistema de medição de desempenho pode ser identificado como uma técnica utilizada para medir a eficiência e a eficácia das atividades do negócio. A eficiência está ligada a utilização dos recursos, enquanto a eficácia é responsável pela avaliação dos resultados dos processos (NEELY et al., 1995 apud XAVIER, 2008).

Percebe-se então que a avaliação do desempenho da cadeia de suprimentos sustentável trará uma resposta quanto ao grau do uso das práticas de GSCM. Como a literatura traz vários modelos de sistemas de medição de desempenho, esta pesquisa tem por objetivo geral desenvolver um estudo sobre indicadores de desempenho aplicados ao GSCM, criando

um abrangente modelo de medição de desempenho sustentável.

2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desse projeto foi utilizada a Pesquisa Bibliográfica, feita do seguinte modo:

1. Realizou-se uma revisão bibliográfica sobre *Green Supply Chain* e sistemas de medição de desempenho, este último, no banco de dados do *Engineering Village* entre os anos de 1969 até 2015, inserindo no dia 02 de Abril de 2015 a combinação das palavras "*Evaluation*", "*Performance Measurement*" e "*Green Supply Chain*" no campo "*Title*";
2. Foram encontrados 66 artigos, mas apenas 19 deles foram estudados por estarem disponíveis para download. Após isso, os artigos estudados foram organizados e classificados de acordo com o número de citações e modelos de desempenho abordados;
3. Dentre os artigos estudados, 10 modelos que estão descritos na seção de revisão de literatura foram selecionados para formulação de um modelo mais abrangente de medição de desempenho.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Medição de Desempenho na Cadeia de Suprimentos

A medição de desempenho costuma ser vista como uma atividade que mensura atributos de um processo e confere os valores mensurados com metas preestabelecidas (XAVIER, 2008).

Para Kingeski (2005), na medição de desempenho de uma cadeia de suprimentos, o controle não se baseia apenas em uma empresa, mas em todas as interações ao longo de uma cadeia de processos, o Sistema de Medição de Desempenho (SMD) mostra uma realidade às vezes complexa por causa das dificuldades em se integrar os processos das diversas empresas que constituem a cadeia.

Pires (1998) relata que, as cadeias devem adotar sistemas de avaliação de desempenho condizentes com as estratégias definidas, caso contrário os esforços de melhoria tornam-se prejudicados, devido à ausência de parâmetros comparativos, tanto em relação aos concorrentes quanto aos desejos dos clientes.

3.2. Modelos de Medição de Desempenho

Geralmente, os modelos para desenvolvimento de um sistema de avaliação de desempenho apresentam como foco aspectos críticos dos processos, ou seja, o desenvolvimento de um sistema de medição de desempenho requer a prévia identificação do que é importante para o processo a ser avaliado (COSTA et al., 2005).

Na literatura há vários modelos para medição de desempenho em cadeias de suprimentos, onde cada um possui uma estrutura própria, indicadores específicos e diferentes perspectivas. O modelo proposto nesta pesquisa teve como base de desenvolvimento 10 modelos de medição de desempenho ambientais. São eles:

1. Modelo de Zhu, Sarkis e Lai (2008);
2. Modelo de Olugu, Wong e Shaharoun (2011);
3. Modelo de Lin (2013);
4. Modelo de Tsang e Chiu (2013);
5. Modelo de Falatoonitoosi, Leman e Sorooshian (2013);
6. Modelo de Wibowo (2013);
7. Modelo de Zhihong, Yan e He (2013);
8. Modelo de Liu (2013);
9. Modelo de Feng et al. (2013);
10. Modelo de Diabat Khodaverdi e Olfat (2013).

4. Proposta

Com base na revisão de literatura, um novo modelo de medição de desempenho foi proposto com a finalidade de englobar o máximo possível de características dos modelos já existentes, com sete grupos, como pode ser visto na Figura 1.

Cada um dos grupos que compõe o modelo é composto por atributos e por indicadores. Os grupos serão apresentados com cada uma de suas partes nas próximas subseções.

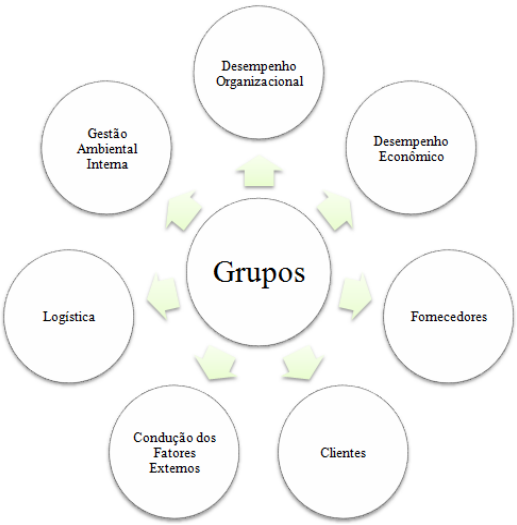


Figura 1. Grupos do modelo de medição de desempenho proposto

4.1. Desempenho Organizacional

No grupo Desempenho Organizacional têm-se atributos e indicadores voltados tanto para a preservação ambiental quanto para o próprio desempenho do negócio em questão. Os componentes desse grupo podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela1. Componentes do grupo desempenho organizacional.

Desempenho Organizacional	
Desempenho Ambiental	**Desempenho Operacional**
-Taxa de utilização de recursos e energia; -Taxa de redução de emissões; -Taxa de eliminação de resíduos; -Políticas e medidas ambientais; -Taxa de aprovação dos sistemas de gestão; -Relações com a comunidade e imagem da empresa.	-Market Share; -Capacidade de produção; -Satisfação média; -Taxa de vendas do novo produto; -Taxa de redução de sucata; -Promover a qualidade dos produtos; -Melhorar a utilização da capacidade instalada.
Processo de Negócio	**Inovação**
-Taxa de satisfação por pedido; -Taxa de produção e comercialização; -Ciclo total do pedido; -Reconhecimento do tempo de resposta; -Flexibilidade do produto.	-Frequência de desenvolvimento de novos produtos; -Taxa de sucesso dos novos produtos desenvolvidos; -Taxa de crescimento da saída de valor de novos produtos; -Taxa de produção de novos produtos; -Previsão de mercado; -Taxa de investimento em pesquisa científica; -Proporção de pesquisadores.

4.2. Desempenho Econômico

Este grupo aborda atributos e indicadores que são importantes para a imagem verde da empresa e que também podem levar vantagem competitiva a organização. Tais elementos podem ser identificados na Tabela 2.

Tabela 2. Componentes do grupo desempenho econômico.

Desempenho Econômico	
Rentabilidade Financeira	**Desempenho Econômico Positivo**
-Taxa de crescimento dos lucros; -Taxa de crescimento das vendas; -Taxa de retorno sobre o ativo total; -Taxa de retorno sobre o patrimônio líquido; -Giro dos ativos e passivos com relação ao volume de negócios total em ativos fixos.	-Taxa da redução de custo na compra de materiais; -Taxa de redução do custo de consumo de energia; -Diminuição da taxa de tratamento de resíduos; -Diminuição da taxa de descarga de resíduos; -Redução de multa para acidentes ambientais; -Custos relacionados a investimentos e compra de materiais ecológicos.
Desempenho Econômico Negativo	**Recuperação do Investimento**
-Taxa de aumento de investimento; -Taxa de aumento do custo operacional; -Aumento dos custos para a compra de materiais ecológicos; -Aumento do custo de treinamento.	-Recuperação do investimento (venda) de excesso de estoques / materiais; -Taxa de venda de sucata e materiais utilizados; -Venda do excesso de bens de capital.

4.3. Fornecedores

Este grupo objetiva avaliar as atitudes dos fornecedores verdes e também se há a existência de parcerias entre eles e seus clientes para colaboração ambiental. Os itens desse grupo estão dispostos na Tabela 3.

Tabela 3. Componentes do grupo fornecedores.

Fornecedores	
Avaliação de Fornecedores Verdes	**Colaboração ambiental do Fornecedor**
-Qualidade nos serviços; -Uso de novas tecnologias; -Nível de cooperação e atitudes	-Educação do fornecedor sobre questões ambientais; -Fornecedor de apoio aos compradores verdes;

sustentáveis; -Taxa de consumo verde; -Recursos e serviços de uso relacionado a recursos naturais, materiais tóxicos e geração de poluentes.	-Estabelecimento de programas comuns através de *joint ventures* de longo prazo para o desenvolvimento de inovações e soluções verdes.

4.4. Clientes

No grupo Clientes, semelhante ao grupo Fornecedores, tem-se uma avaliação da aceitação do cliente com relação aos produtos verdes e também se há a existência de colaboração entre fornecedor e cliente. Os atributos e indicadores desse grupo podem ser vistos na Tabela 4.

Tabela 4. Componentes do grupo clientes.

Clientes	
Avaliação de Atendimento ao Cliente	**Colaboração Ambiental do Cliente**
Índice de satisfação do cliente; Taxa de reclamações dos clientes; Taxa de valor para o cliente; Taxa de ocupação de mercado; Índice de oferta; Taxa do tempo de entrega; Percentual de aceitação do produto; Reconhecimento verde.	Cooperação com o cliente para o eco-design; Cooperação com os clientes para uma produção mais limpa; Cooperação com os clientes para a embalagem verde; Cooperação com os clientes para a utilização de menos energia durante o transporte do produto.

4.5. Condução dos Fatores Externos

Esse grupo está relacionado com a medição de fatores externos, como legislações que regulamentam taxas de emissões, por exemplo, e pressões das partes interessadas. Os componentes desse grupo estão organizados na Tabela 5.

Tabela 5. Componentes do grupo fatores externos.

Condução dos Fatores Externos	
Regulamentos	**Pressões dos *Stakeholders***
-Taxa de resíduos e emissões; -Nível de satisfação do cliente e comunidade; -Cumprimento de legislações ambientais e acordos internacionais.	-Processos estratégicos de coordenação com os fornecedores.

4.6. Logística

No grupo Logística mede-se desde a redução de taxas da utilização de recursos, taxas de reciclagem, reuso e remanufatura, até taxas de compartilhamento de informações. Os itens desse grupo são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Componentes do grupo logística.

Logística	
Logística Verde	**Recuperação de Produtos e Produtos Reutilizados**
-Atividades de gestão para conseguir a satisfação do cliente; -Metas de desenvolvimento social; -Taxa de utilização dos recursos de logística; -Atividades sociais para a gestão da logística verde.	-Realização de triagem dos produtos reutilizáveis; -Instalação de sistema de recolha (reparo, remanufatura ou reciclagem).
Logística Reversa	**Compartilhamento de Informações**
-Taxa de reutilização; -Taxa de remanufatura; -Taxa de reciclagem.	-Taxa de compartilhamento de informações; -Taxa de pontualidade na transferência de informações; -Taxa de utilização da informação.

4.7. Gestão Ambiental Interna

Este grupo mostra a importância de se avaliar desde a fase de desenvolvimento do produto, passando pela escolha do material, impactos ambientais que o produto pode causar, utilização de recursos, requistos, normas e certificações ambientais, até a promoção do produto. Os componentes desse grupo estão dispostos na Tabela 7.

Tabela 7. Componentes do grupo gestão ambiental interna.

Gestão Ambiental Interna	
Green Design	**Fabricação Verde**
-Taxa de redução e eliminação de impactos ambientais negativos; -Taxa de abstenção da utilização de substâncias tóxicas; -Taxa de aumento da capacidade de inovação e economia de energia; -Gestão dos riscos ambientais; -Segurança do produto; -Taxa de prevenção a poluição; -Taxa de conservação de recursos; -Gestão de resíduos; -Análise do ciclo de vida.	-Taxa de fabricação de produtos que geram menos resíduos e poluentes; -Quantidade de energia gasta; -Taxa de utilização de recursos.
Compras Verdes	**Marketing Verde**
-Taxa de fornecimento e compra de bens e serviços menos prejudiciais ao ambiente; -Imagem verde; -Competências e habilidades de gerenciamento verdes; -Requisitos ambientais associados ao projeto do produto; -Auditorias ambientais; -Certificação ISO 14000; -Taxa de utilização de materiais perigosos.	-Promoção de produtos e serviços com características verdes e seguras ao ambiente; -Uso de tecnologia da informação e comunicação na educação dos consumidores sobre os benefícios verdes.
Proteção Ambiental	
-Atendimento as normas de proteção ao meio ambiente, bem como a ISO 14001; -Taxa de conservação e utilização de recursos; -Taxa de poluição ambiental; -Taxa de reciclagem; -Taxa do consumo de energia e impacto ambiental; -Reputação ambiental; -Taxa do consumo de água; -Taxa da saída de valor da produção total das emissões de resíduos.	

5. CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma proposta de modelo de medição de desempenho sustentável de acordo com os modelos estudados na revisão de literatura. O modelo proposto é composto por sete amplos grupos que ainda são divididos em atributos e indicadores. Dentre estes, há itens de medição tanto quantitativos quanto qualitativos. Assim, a partir da pesquisa realizada é possível identificar qual o desempenho das práticas sustentáveis que estão sendo utilizadas. A partir da proposta elaborada, espera-se em trabalhos futuros realizar a aplicação prática do modelo em casos reais. Sendo assim possível avaliar comparativamente o modelo proposto com modelos reais de cadeias de suprimentos.

REFERÊNCIAS

COSTA, D. B.; FORMOSO, C. T.; LIMA, H. R.; BARTH, K. B. **Sistema de Indicadores para *Benchmarking* na Construção Civil**: Manual de Utilização. NORIE/PPGEC/UFRGS, Porto Alegre, 2005.

DIABAT, A.; KHODAVERDI, R.; OLFAT, L. An exploration of green supply chain practices and performances in an automotive industry. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 68, p. 949-961, 2013.

FALATOONITOOSI, E.; LEMAN, Z.; SOROOSHIAN, S. Modeling for green supply chain evaluation. **Hindawi Publishing Corporation**, 2013, doi:10.1155/2013/201208.

FENG, W.; SIFENG, L.; LIJUN, Y.; WEIZHAO, L.; ZHENGYANG,Y. Research on performance evaluation system for green supply chain management based on recycled economy: taking guangxi's manufacturing industry as example. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON GREY SYSTEMS AND INTELLIGENT SERVICES, GSIS, 2013. **Proceedings…** 2013, p. 527-532.

FOLADORI, G. **Limites do desenvolvimento sustentável**. Campinas: Editora Unicamp, 2001. 221 p. Tradução de Los Limites del Desarrollo Sustentable.

KINGESKI, L. **Medição de desempenho na cadeia de suprimentos: um estudo descritivo em uma empresa automobilística.** 2005. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas). Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 2005.

LIN, R-J. Using fuzzy DEMATEL to evaluate the green supply chain management practices. **Journal of Cleaner Production**, v. 40, p. 32-39, 2013.

LIU, N. Performance evaluation of green supply chain in manufacturing industry. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SERVICE OPERATIONS AND LOGISTICS, AND INFORMATICS, 2013. **Proceedings…** 2013, p. 100-103.

OLOGU, E. U.; WONG, K. Y.; SHAHAROUN, A. M. Development of key performance measures for the automobile green supply chain. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 55, p. 567–57, 2011.

PIRES, S. R. I. Gestão da cadeia de suprimentos e o modelo de consórcio modular. **Revista de administração – USP**. São Paulo, v.33, n.3, p.5-15, 1998.

TACHIZAWA, T. **Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa**: estratégias de negócio focadas na realidade brasileira. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

THIOLLENT, M. **Metodologia Pesquisa-Ação**, São Paulo/SP, Cortez: Autores Associados, 1988. (Coleção temas básicos de pesquisa-ação).

TSENG, M-L. CHIU, A. S. F. Evaluating firm's green supply chain management in linguistic preferences. **Journal of Cleaner Production**, v. 40, p. 22-31, 2013.

WIBOWO, S. Fuzzy Multiattribute evaluation of green supply chain performance. In: IEEE CONFERENCE ON INDUSTRIAL ELECTRONICS AND APPLICATIONS (ICIEA), 8., 2013, Melbourne. **Proceedings…** Melbourne, 2013, p. 290-295.

XAVIER, S. S. **Medição de desempenho da cadeia de suprimentos: um estudo de caso em uma empresa fornecedora do setor elétrico.** 2008. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, 2008.

ZHENG, F. Practices and Research on Green Supply Chain Management in China and abroad. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON E-PRODUCT E-SERVICE AND E-ENTERTAINMENT (ICEEE), 2010. Henan. **Proceedings…** Henan, 2010, p. 1-4.

ZHIHONG, W.; YAN, W.; HE, W. Performance evaluation indicator system and model construction of the green supply chain. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT SYSTEM DESIGN AND ENGINEERING APPLICATIONS (ISDEA), 3., 2013, Hong Kong. **Proceedings…** Hong Kong, 2013, p. 1042-1044.

ZHU, Q.; SARKIS, J.; LAI, K.; Confirmation of a measurement model for green supply chain management practices implementation. **Int. J. Production Economics**, v. 111, p. 261–273, 2008.

PERFORMANCE INDICATORS MODEL PROPOSAL FOR GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Alencar, Antonielli Silva, antoniellialencar@gmail.com[1]
Severino, Maico Roris, maicororis@gmail.com[1]

[1]Federal University of Goiás

Abstract*. The humans have caused many negative environmental impacts, mainly within large corporations, removing in the environment the raw material for making your business activities. However, this scenario has been forced to change by pressure from consumers, legislation and/or stakeholders. Thus, companies have increasingly sought to apply environmentally friendly practices in their management processes, such as the Green Supply Chain Management (GSCM), and to evaluate the degree of utilization of practices through performance measurement systems. In this context, this paper aims to develop a framework of performance indicators applied to GSCM. For this was realized a literature review and developed a wide framework. Therefore, the main result obtained is the creation of a performance measure model that is wider than the current models usually found in literature, having seven groups that are divided in attributes and qualitative and quantitative indicators.*

Keywords*: Green Supply Chain Management, Performance Measurement System, Supply Chain Management*

BARREIRAS PARA IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS PRÁTICAS DE GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Silva, Bianca Dias da, bianca.dias.silvaa@gmail.com[1]
Severino, Maico Roris, maicororis@gmail.com[1]

[1]*Universidade Federal de Goiás (UFG) - Regional Catalão*

Resumo: *Sustentabilidade se tornou um tema de grande importância para esta e as futuras décadas. Devido a este fato, as organizações se tornaram conscientes dos assuntos ambientais e da relevância em adotar práticas ambientais como vantagem competitiva, tais como a Green Supply Chain Management (GSCM). Verifica-se que a implementação de tal prática ainda é tímida. Deste modo, este estudo tem como objetivo analisar as principais barreiras que as organizações se deparam ao implementar as práticas e realizar a manutenção do Green Supply Chain Management (GSCM). Para tanto, realizou-se uma pesquisa bibliográfica aprofundada e análise conceitual. O estudo demonstra que existe uma diversidade de desafios de distintas naturezas, e ainda, para que a implementação seja efetiva, é de grande relevância que sejam buscadas alternativas para enfrentamento de tais barreiras.*

Palavras-chave: *Green Supply Chain Management, Barreiras, Manutenção, Implementação.*

---

1. INTRODUÇÃO

As questões ambientais tem se tornado, de fato, determinantes em relação à vantagem competitiva e redução de custos. De acordo com Vachon e Klassen (2005) na última década houve uma grande intensificação da competição e globalização de maneira que a gestão da cadeia de suprimentos ganhou destaque entre as organizações, fazendo com que as companhias, gradativamente, estabeleçam maior dependência da cadeia de suprimentos, para lidar com as expectativas dos consumidores e com os avanços tecnológicos.

Consequentemente, com o crescimento da consciência ambiental e da proteção e melhor gerenciamento dos recursos, as organizações são levadas a tomar o tema sustentabilidade como prioridade assim, as organizações são direcionadas a implementar práticas sustentáveis abrangendo toda sua cadeia de suprimentos. Segundo Seuring e Müller (2011), os integrantes de toda a cadeia de suprimentos estão conectados através dos fluxos de materiais, informação e de capital, portanto todos os que compõem a cadeia são responsáveis por implantar e manter as práticas sustentáveis e não apenas as empresas focais. Segundo Sarkis (2011), a *Green Supply Chain Management* (GSCM) ou Gestão da Cadeia de Suprimentos Verde, pode ser definida como uma área interdisciplinar que vem, nos últimos anos, se desenvolvendo e tornando-se relevante, tanto na indústria quanto no meio acadêmico. Para Gilbert (2000) trata-se de uma cadeia de suprimentos tradicional integrada a fundamentos ambientais ou relacionados em manter uma relação a longo prazo, mantendo uma relação entre os fornecedores e decisão de compras ambiental. Deste modo, a mudança na estratégia da cadeia de suprimentos foi de suma importância para que houvesse a ascensão da GSCM, para que esta pudesse se desenvolver como um campo crescente e separado, propondo uma integração ambiental de conceitos da cadeia de suprimentos tradicional (MUDULI apud. SHRIVASTAVA, 2013).

A GSCM busca limitar os desperdícios referentes aos processos industriais de forma a conservar energia e outros recursos, bem como evitar que haja dispersão de resíduos perigosos no meio ambiente (NUNES, MARQUES, TORRES, 2004). Cada vez mais, este conceito vem sendo incorporado pela indústria, tornando-se uma forma das organizações trabalharem de acordo com as exigências dos regulamentos ambientais para melhorar ao desempenho dos processos produtivos e de produtos (HSU & HU, 2008) para reduzir os impactos ambientais inerentes às atividades industriais. Existem diversos motivos que podem levar a uma organização a adotar o GSCM, pois além da redução de impactos ambientais, pode haver também um retorno financeiro positivo para a organização que adote estas práticas (HALL, 2000).

Apesar dos benefícios econômicos e sociais obtidos através da implementação do GSCM, grande parte das organizações demonstram relutância em adotar estas práticas devido ao fato de que durante a implementação as empresas se deparam com diversos desafios e problemas para conseguir, efetivamente, atingir o resultado

almejado (AKHILESH, 2013). Alguns obstáculos podem ser observados e prevenidos durante o estágio inicial da implantação do GSCM, entretanto as empresas devem estar preparadas para erradicar estas barreiras, reconhecendo que não é possível remove-las de forma simultânea (GOVINDAN, KALIYAN, KANNAN, 2013). Em vista disso, é de grande relevância identificar as barreiras encontradas durante a implantação de forma a remover estes problemas (ZHU & SARKIS, 2008) e para realizar a manutenção de práticas sustentáveis por toda a cadeia de suprimentos. A implementação efetiva na indústria desempenha um importante papel no quesito vantagem competitiva, tanto em ganhar quanto mantê-la.

Neste sentido, o objetivo deste estudo é de realizar uma análise das barreiras e desafios com que as organizações se deparam ao implementar práticas relacionadas a GSCM.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada no desenvolvimento deste estudo é o método teórico-empírico, que consiste na realização de uma pesquisa teórica realizada por meio de um levantamento bibliográfico de diversas publicações que abordam o tema GSCM com foco em estudos de caso. Este levantamento bibliográfico possui o intuito de permitir ao pesquisador maior conhecimento acerca das barreiras encontradas pelas organizações de múltiplos segmentos da indústria, em vários países, cada qual com seu desafio e também quais as práticas que estão sendo adotadas pelas empresas para solucionar estes problemas.

A pesquisa foi conduzida nos dias 01.02.2015 até o dia 05.02.2015, selecionando os artigos através da base de dados *Engineering Village*, fazendo uso do termo "Green supply chain management" combinado com as palavras "manutenção", "implementação", "barreiras" e "desafios", encontrando no total de 722 artigos, dos quais foram selecionados 61 artigos. Estas publicações foram selecionadas devido ao fato de melhor corresponderem aos objetivos da pesquisa, em outras palavras, os artigos selecionados abordam de maneira adequada e conveniente as barreiras e desafios encontrados pelas organizações para a implementação do GSCM.

A partir da seleção dos artigos, foi realizada a análise das publicações com ênfase nos estudos de caso. Portanto, realizada a leitura e análise foi feita uma lista, com o intuito organizar e facilitar o estudo dos casos apresentados, extraindo as principais barreiras ou desafios encontrados pelas organizações ao longo do período de implantação e da manutenção das práticas do GSCM.

Efetuada a análise dos artigos e, por conseguinte, utilizando os dados extraídos dos artigos, foi possível enumerar a frequência e posteriormente, realizar uma análise gráfica, demonstrando quais são as barreiras mais comuns encontradas pelas organizações durante diversos estágios da implantação de práticas sustentáveis em toda a cadeia de suprimentos.

3. ANÁLISE

A partir da realização da revisão de literatura foi elaborado um gráfico com os dados obtidos desta análise, apontando as principais barreiras e a frequência com que foram relatados nos artigos analisados. O propósito desta sistematização foi de avaliar de forma numérica, objetivando ter uma leitura global dos dados.

Na "Figura 1" é apresentado uma parte de tal gráfico.

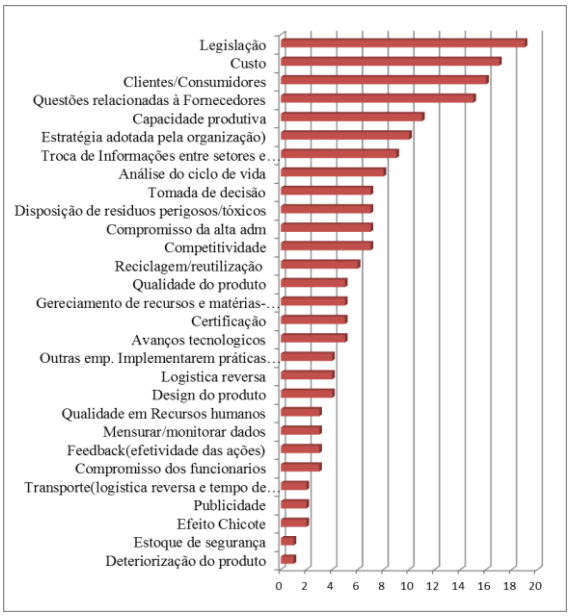


Figura 1 – Elaborada pelos autores

Desta maneira, pode-se observar nitidamente, quais barreiras mais relatadas. Foram escolhidas as barreiras que se repetiam em mais de 9 artigos, sendo elas: Legislação, custos, questões relacionadas a clientes e consumidores, questões relacionadas à fornecedores, capacidade produtiva e estratégia adotada pela organização.

Por meio da leitura das publicações selecionadas, a barreira **legislação** foi a de maior ocorrência. Devido ao fato de o Governo ter o

poder de estabelecer as leis ambientais para a indústria como um toda a legislação pode estimular ou não a adoção de inovação ambiental (SCUPOLA, 2003). Uma das constatações realizadas, foi a de que as organizações não estão aderindo as políticas ambientais devido ao fato de necessitar de uma demanda grande por produtos ambientais (e ainda não existir escala expressiva), pelo custo ambiental inerente ao produto, impostos e principalmente pela falta de suporte governamental para as organizações que optam por aderir estas práticas.

O **custo** também se destaca como uma barreira crucial para que uma organização instaure práticas ambientais. Este é um dos fatores mais relevantes para as organizações por todo mundo por ser utilizado como forma de mensurar o desempenho da organização, portanto este é um fator de grande pressão e influência no GSCM se comparada a cadeia de suprimentos tradicional (LUTHRA et al. 2011). De acordo com Van Hoek e Erasmus (2000) as empresas que estão buscando programar práticas sustentáveis tem que conciliar a redução de custos e simultaneamente reduzir os impactos ambientais, aumentar o lucro e a eficiência da cadeia de suprimentos e ainda o *market share*. Entretanto grande parte destas empresas acreditam que não ganham em competitividade ao adotar boas práticas ambientais, pois o custo de adoção de práticas verdes no produto não pode ser repassado para o cliente, visto que o investimento inicial para adequação é muito alto. No entanto, a maior parte dos relatos apontam que o retorno financeiro é atingido em prazos satisfatórios.

Questões relacionadas aos **clientes** se elevam de maneira similar, como uma importante barreira devido ao fato do consumidor ser a base e a essência de qualquer mercado, assim as corporações buscam atender as suas necessidades e satisfações de qualquer maneira. Apesar de a consciência ambiental estar apresentando um crescimento significativo a cada dia, o maior obstáculo para as empresas em se tratando de clientes é o fato de não haver realmente, uma grande demanda por produtos verdes. Como apresentado anteriormente o custo na adoção de práticas ambientais no produto é muito alto fazendo com que estes produtos sejam mais caros. Não havendo uma escala de demanda que realmente opte em consumir este produto pelo preço superior aos produtos tradicionais, faz com que as empresas tenham prejuízos.

Cada empresa, em uma cadeia de suprimentos, deve ser responsável pela performance social e ambiental de seus fornecedores (SEURING & MULLER, 2008). Desta maneira, as questões relacionadas aos **fornecedores** são de grande relevância para o desenvolvimento das práticas verdes em uma cadeia de suprimentos devido ao planejamento ambiental e para compartilhar o conhecimento e informações umas com as outras, obtendo um desempenho positivo (VACHON & KLASSEN, 2008), facilitando a coordenação de atividades ou alterar os processos para satisfazer os clientes.

A barreira **capacidade produtiva** relaciona-se aos obstáculos decorrentes do pouco investimento financeiro para maquinários e dentre outros, o que restringe a produção da organização. Somado aos poucos níveis de economia de escala relativos aos produtos verdes, o preço destes produtos acabam aumentando o preço de forma significativa, o que acarreta a redução da flexibilidade, aumento dos custos e insatisfação dos clientes.

A consciência ambiental dos clientes, como afirmado anteriormente, vem aumentando gradativamente e apesar de ainda ser um número relativamente pequeno, as organizações que implementam práticas do GSCM acabam obtendo uma melhor imagem no mercado. O **planejamento estratégico** fornece um *framework* que facilita a tomada de decisões e que auxilia na avaliação da performance, além de destacar os erro significantes ou riscos para implementação que possam surgir (MUDGAL et al., 2010). Por meio desta análise é possível observar que as barreiras são interligadas, isto é, as consequências de determinada barreira tem impacto em outras áreas, contudo, é importante que o gestor trate destas nos estágios iniciais.

4. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Devido a complexidade das práticas do GSCM, implementar este conceito torna-se uma tarefa árdua para as organizações. Diversas barreiras se apresentam durante a implantação e também, para a manutenção deste, o que faz com que as organizações não tenham uma boa visão do potencial competitivo que optar por aderir ao GSCM pode acarretar. Contudo, as empresas estão sendo cada vez mais pressionadas, tanto pelo governo quanto pela sociedade, para implementar práticas sustentáveis por todo o seu processo produtivo. Assim, observa-se a importância de estudos relacionados a remoção ou minimização dos efeitos negativos ocasionados por estas barreiras inerentes a implementação do GSCM.

Ao apresentar estas barreiras, é possível observar que as possíveis soluções estão interligadas. Portanto, das práticas mais sugeridas pode-se citar inicialmente, propor mudanças na legislação devido ao fato destas serem consideradas fracas e as empresas que realmente se empenham em implantar práticas sustentáveis vão muito além

do pedido, o que pode fazer com que o preço do produto aumente de forma significativa e, portanto perder em competitividade.

Outra proposta importante é para que o governo ofereça benefícios para aquelas organizações que decidam implantar práticas sustentáveis, isto é, trazer melhorias para que estas empresas se tornarem mais competitivas, propondo ações como a isenção de impostos para que esta quantia seja repassada aos custos e consequentemente, incentive outras organizações a adotarem também. É de imensa importância também, difundir o conceito verde entre a população, tanto por ações governamentais quanto das próprias companhias. Por diversas vezes o próprio consumidor não possui consciência do que se trará um produto verde ou o que significam aquelas certificações, e por uma diferença de preço optam por outro produto. Assim, conscientizando o cliente a escolher por um produto que segue essas normas ambientais, consequentemente, melhora a competitividade da organização. Apesar dos benefícios vários fornecedores não estão dispostos a mudar sua produção em decorrência dos quesitos ambientais. Portanto, cabem principalmente as empresas focais, trabalhar com o fornecedor quanto a especificações ambientais necessárias para o produto. Assim, repassando as informações necessárias ao fornecedor para reduzir e eliminar os impactos ambientais inerentes aos processos produtivos. Em relação a capacidade produtiva, pode-se dizer que está diretamente associada ao desenvolvimento tecnológico em vista de que, não fazendo os investimentos necessários em maquinários e aumentar a economia de escala, o que limita a capacidade produtiva das organizações. Consequentemente, as organizações devem superar os desafios impostos para a manutenção de práticas do GSCM, desde que sejam competitivas e sustentáveis.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos do Programa Institucional de Bolsa Voluntária de Iniciação Científica (PIVIC).

REFERÊNCIAS

GILBERT, S. 2000. Greening Supply Chain: Enhancing competitiveness through green productivity. *Report of the Top Forum on Enhancing Competitiveness through Green Productivity* 25-27 May, 2000. China.

GOVINDAN K.; KALIYAN M.; KANNAN D.; 2013. Barriers analysis for green supply chain management implementation in Indian industries using analytic hierarchy process. *International Journal Production Economics.*

HALL, J. 2000. Environmental supply chain dynamics. *Journal of Cleaner Production* 8 455–471

HSU, C. W.; HU, A. H. 2008. Green Supply Chain Management in the Electronic Industry. *International Journal of Science and Technology*, 5(2), 205-216.

LUTHRA S.; KUMAR V.; KUMAR S.; HALEEM A. 2011. Barriers to implement green supply chain management in automobile industry using interpretive structural modeling technique – An Indian perspective. *Journal of Industrial Engineering and Management*

MUDGAL, R. K.; SHANKAR R.; TALIB P.; RAJ T. 2010. Modeling the barriers of green supply chain practices: an Indian perspective. *Int. Journal of Logistics Systems and Management.* Vol. 7 No. 1, pp. 81-107.

MUDULI, A. B. K.; 2014. Modelling the challenges of green supply chain management practices in Indian mining industries. *Journal of Manufacturing Technology Management.* Vol. 24 Iss 8 pp. 1102-1122 .

SARKIS J.; ZHU Q. 2005. An inter-sectoral comparison of green supply chain management in China: Drivers and pratices. *Journal of Cleaner Production*. 14 (2006) 472e486.

SARKIS, J. 2012. A boundaries and flows perspective of green supply chain management. *An International Journal*.

SARKIS J.; ZHU Q.; LAI, K. H. 2008. Confirmation of a measurement model for green supply chain management practices of implementation. *International Journal of Production Economics.*

SEURING, S.; MULLER, M. 2011. From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production.*

NUNES, B. T. S.; MARQUES, S.; RAMOS, R. E. B. 2004. A theoretical approach for Green Supply Chain. *Universidade Federal do Rio Grande do Norte*, Brasil.

SEURING, S.; MULLER, M. 2008. From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production* 16 (15), 1699–1710.

SCUPOLA, A. 2003.The adoption of internet commerce by SMEs in the South of Italy: an environmental, technological and organizational perspective. *Journal of Global Information Technology Management*, 6(1), 52-71.

VACHON, S.; KLASSEN, R. D. 2005. Green project partnership in the supply chain: the case of the package printing industry.

RESPONSABILIDADE AUTORAL

"Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho".

BARRIERS OF IMPLEMENTATION AND MAINTANANCE OF GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PRACTICES

Silva, Bianca Dias da, bianca.dias.silvaa@gmail.com[1]
Severino, Maico Roris, maicororis@gmail.com[1]

[1]*Universidade Federal de Goiás (UFG) - Regional Catalão*

Abstract: *Sustainability became a topic of great importance of this and the future decades. Due to this fact, organizations became aware of environmental issues and the relevance in adopting them as a competitive advantage. This study aims to analyze the main barriers that organizations face to implement methods and make the maintenance of the Green Supply Chain Management (GSCM) and choose the ones that appear the most. Therefore , we carried out a thorough literature review and conceptual analysis . The study shows that there is a diversity of different natures barriers, and also for the implementation to be effective , it is of great importance that alternatives for overcoming such barriers are sought .*

Keywords*: Green Supply Chain Management, Barriers, Maintenance, Implementing.*

FERRAMENTAL DE DIAGNÓSTICO DE PRÁTICAS EM GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Valle, Éverton Fleury Victorino, valleeverton@gmail.com[1]
Severino, Maico Roris, maicororis@gmail.com[1]
[1]*Universidade Federal de Goiás*

Resumo: *Nos últimos anos, os consumidores estão em busca de produtos ambientalmente corretos. Neste sentido, as grandes empresas, que sempre tinham olhos voltados a lucratividade agora correm atrás de um equilíbrio econômico social, cultural, ambiental e espacial. No entanto, no Brasil este comportamento ainda é tímido. Dentre as diversas práticas ambientais adotadas pelas empresas, este estudo foca-se em Green Supply Chain Management (GSCM). O objetivo do trabalho é diagnosticar como são utilizadas as práticas de GSCM pelas cadeias de suprimentos goianas. Para isso foi utilizado a metodologia de pesquisa survey, onde diversos questionários estão sendo aplicados. Como resultados, espera-se uma revisão de literatura solida acerca de metodologias de pesquisa survey sobre o tema, um mapeamento do GSCM em Goiás, uma divulgação do conceito para as empresas do estado, possibilitando-as de tornarem-se sustentáveis e mais competitivas.*

Palavras-chave: *Green Supply Chain Management, Survey, Práticas*

1. INTRODUÇÃO

Desde o início da década de 1980 o conceito de sustentabilidade está cada vez mais presente no cotidiano das indústrias. As grandes empresas, por diferentes motivações, estão em busca não somente de lucratividade, mas sim atrás de um equilíbrio nos âmbitos econômico, social, ambiental, espacial e cultural (SACHS, 1994).

Isso pode ser consequência do fato de que os consumidores estão em busca de produtos ambientalmente corretos, o que leva as empresas a utilizarem práticas sustentáveis como logística reversa, Produção Mais Limpa (P+L), e outras. Dentre as práticas utilizadas pelas empresas, destaca-se a *Green Supply Chain Management* (GSCM), que é objeto de estudo desta pesquisa.

Para definir a GSCM, antes é necessário uma breve explicação sobre *Supply chain management* (SCM). Segundo Bowersox e Closs (2009), o propósito da logística é atingir o nível de serviço que o cliente deseja disponibilizando todos os produtos/serviços no local e momento que são desejados com menor custo.

Esse propósito pode ser melhor adaptado para a logística empresarial que trata de serviços de distribuição e estudo de métodos que possa aumentar a rentabilidade. A gestão da Logística empresarial ganhou o nome de gerenciamento da cadeia de suprimentos. (BALLOU 2011).

Não há um consenso acerca da definição de GSCM. Vários autores trazem definições diferentes quanto ao tema, mas a definição mais simples é a tradução do próprio termo "gestão de cadeia de suprimentos verde". O termo *green* remete a questões ambientais (ZHU; SARKIS; LAI, 2007). Entretanto, o GSCM também relaciona questões sociais, econômicas, espaciais e culturais.

Neste sentido, uma definição mais completa para GSCM pode ser encontrado em Yingluo et. al. (2003) citado por Xue (2010). A definição traz que GSCM é um modelo de gestão moderno que considera impactos ambientais ao longo de toda cadeia produtiva, desde fornecedores e clientes de primeiro nível até os elos mais extremos da cadeia utilizando os recursos da melhor forma possível.

Por ser um conceito relativamente novo, ainda não se verifica uma vasta aplicação na indústria. No entanto, devido às pressões de mercado ou regulatórias, a indústria já tem incorporado em suas operações práticas de GSCM.

O objetivo deste trabalho, portanto, é diagnosticar como as práticas de GSCM são utilizadas pelas cadeias de suprimentos das empresas de Goiás.

Com base na necessidade de diagnosticar o uso de práticas sustentáveis nas empresas em geral, esse trabalho pode ser justificado também para a difusão do tema que ainda é recente. Existem poucos estudos acerca do tema, e restringindo-o ao estado de Goiás não foi encontrado nenhum outro estudo. Busca-se assim, preencher essa lacuna da literatura a partir deste estudo, contribuindo para que as práticas em GSCM sejam difundidas alavancando cooperações, melhorando relacionamentos e melhorando o desempenho das cadeias de suprimentos brasileiras.

2. METODOLOGIA DE PESQUISA

O procedimento metodológico utilizado para a realização desta pesquisa foi o intitulado como teórico-empírico. Foi realizado um levantamento de bibliografias relacionadas ao tema em foco. Segundo Lakatos e Marconi (1985), esse tipo de metodologia tem como finalidade colocar o

pesquisador em contato direto com o que foi escrito sobre determinado assunto.

Quanto aos aspectos empíricos, essa pesquisa pode ser caracterizada pela busca de informações verificadas na realidade, por meio de uma amostra determinada, tendo como referência fundamentação teórica que servirá de suporte para análise de dados obtidos. Foi feito o uso da metodologia de pesquisa *survey*.

Dentre as atividades propostas no plano de trabalho, parte delas já foram concluídas. Dentre elas:

1) Revisão de literatura de *Green Supply Chain*;
2) Revisão de literatura sobre mecanismos de funcionamento das práticas de *Green Supply Chain;*
3) Sistematização e classificação das práticas encontradas na literatura;
4) Elaboração do material da pesquisa *Survey*;
5) Seleção e triagem dos participantes da pesquisa *Survey*;
6) Realização da pesquisa *Survey*;

Deve-se destacar que o passo 6 ainda está em andamento. As etapas de 7 e 8 serão realizadas nos próximos 3 meses:

7) Analise e sistematização dos resultados e tratamento estatístico;
8) Desenvolvimento e conclusões e proposições de *Green Supply Chain* em Goiás.

Para as etapas de 1 a 3 foi necessária uma pesquisa aprofundada de novos artigos para identificar práticas utilizadas no mundo e questioná-las diretamente no questionário.

Essa pesquisa aprofundada foi feita utilizando o site *engineeringvilage.com* com os campos de pesquisa: *green supply chain management* no campo de *title*, onde foi possível encontrar 446 artigos. A data de acesso foi 08/10/2015. Após a busca, não foi possível o acesso de 54 deles e 2 tratavam de temas diferentes que coincidiram os termos pesquisados. Todos os outros artigos foram lidos e foram diagnosticadas 66 práticas diferentes.

Quanto ao passo 4, foi necessário a criação de um material sólido e replicável de pesquisa *survey*. Com ele é possível identificar as práticas utilizadas. Para tanto, fez-se necessário uma pesquisa aprofundada sobre a metodologia *survey* aplicada a GSCM. Foram encontrados 17 artigos em uma pesquisa realizada no mesmo site utilizando os campos "*Green Supply Chain Management*" em *title*, e "*survey*" em *title/abstract/subject.* Os títulos com respectivos autores e data de publicação podem ser encontrados na Tab. 1

Para a conclusão das etapas 5 e 6, Obtivemos acesso dos e-mails Associação da Indústria de Aparecida de Goânia. O primeiro método utilizado para a replicação do questionário foi de forma online. A ferramenta GoogleDocs foi escolhida pelo fato de já apresentar resultados estatísticos quanto as respostas cadastradas pelos participantes da pesquisa. O questionário online pode ser encontrado em: link de acesso.

Ainda nesta etapa, foi escolhido adotar o questionário também de forma presencial para obter mais resultados. Ao final de maio, ou início de junho, essa adoção presencial ocorrerá em uma reunião que serão convidadas empresas da associação para possíveis parcerias de investigação.

Tabela 1. Resultados da pesquisa aprofundada em *survey* (autores e títulos)

Autores (ano)	Titulo da obra
Huang, Tan, Ding (2015)	An exploratory survey of green supply chain management in Chinese manufacturing small and medium-sized enterprises pressures and drivers
Stefanelli, Jabbour, Jabbour (2014)	Green supply chain management and environmental performance of firms in the bioenergy sector in Brazil: An exploratory survey
Zhu, Sarkis, Kee (2012)	Examining the effects of green supply chain management practices and their mediations on performance improvements
Wu, Guo (2012)	The text mining and classification analyses on the relationship between green supply chain management and closed-loop supply chain research trends (2000-2010)
Barve, Muduli (2013)	Modelling the challenges of green supply chain management practices in Indian mining industries
Wu, Guo (2010)	The trend of green supply chain management research(2000-2010): A text mining analysis

Ninlawan, Seksan, Tossapol, Pilada, (2010)	The implementation of green supply chain management practices in electronics industry
Mitra, Datta (2014)	Adoption of green supply chain management practices and their impact on performance: An exploratory study of Indian manufacturing firms
Xu, Mathiyazhagan, Govindan, Noorul Haq, Ramachandran, Ashokkumar (2013)	Multiple comparative studies of Green Supply Chain Management: Pressures analysis
Jabbour, Jabbour, Govindan, Kannan, Arantes, (2014)	Mixed methodology to analyze the relationship between maturity of environmental management and the adoption of green supply chain management in Brazil
Govindan, Mathiyazhagan, Kannan (2014)	Barriers analysis for green supply chain management implementation in Indian industries using analytic hierarchy process
Mathiyazhagan; Govindan, Noorul Haq, Geng (2013)	An ISM approach for the barrier analysis in implementing green supply chain management
Mathiyazhagan; Govindan, Noorul Haq, (2014)	Pressure analysis for green supply chain management implementation in Indian industries using analytic hierarchy process
Lee, Kim, Choi (2012)	Green supply chain management and organizational performance
Liu, Tang, Xue (2012)	The impact of manufacturing firms' green supply chain management on competitive advantage
Jabbour, Jabbour , Govindan, Kannan, Salgado, Zanon (2013)	Factors affecting the adoption of green supply chain management practices in Brazil: Empirical evidence
Lin, Lan (2013)	Green supply chain management for the SME automotive suppliers

Quanto ao passo 7 e 8, será feita uma análise quantitativa questão a questão. Faz-se necessário agrupar os comportamentos semelhantes para percepção de tendências relacionadas aos tipos de empresas e tipo de manufatura de cada uma. Se necessário, será utilizado o Excel como ferramenta para análise dos dados.

3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Ao fim do estudo, é esperado em primeiro lugar uma revisão de literatura profunda e sólida acerca do tema GSCM no mundo e no Brasil além de um mapeamento do GSCM em Goiás. Espera-se também que aconteça uma divulgação do conceito para as empresas do estado de forma com que estas possam se tornar mais sustentáveis, permitindo aumento de competitividade. E por último uma qualificação de recursos humanos quanto ao tema.

Como principal resultado, temos o questionário completo a ser aplicado. Este não tem validade apenas para Goiás. Caso outros autores queiram se basear nele para realizarem pesquisas futuras, basta adapta-lo aos objetivos de cada autor.

O questionário foi elaborado com base em Mitra e Datta (2013). Tal questionário aborda perguntas que trazem respostas que induzem à compreensão das práticas de GSCM que são utilizadas pelas empresas participantes do estudo.

As primeiras perguntas estão relacionadas a apresentação da empresa. Assim, é possível definir de qual setor era a empresa, qual sua linha de produtos e qual o contato da mesma para futuras pesquisas se necessário.

As perguntas seguintes tratavam de certificações da empresa quanto a qualidade e sustentabilidade (ISOs 9000 e 14000). Também era questionado se a empresa era uma multinacional ou empresa local.

Em seguida, foram feitas perguntas relacionadas ao uso de sistemas de gerenciamento ambientais, também conhecidos como *Enviroment Management System* (EMS), perguntas quanto a adoção de práticas de GSCM. Se foram voluntárias, com pressões governamentais, entre outros. Também foram feitas perguntas relacionadas ao tratamento da empresa com fornecedores quanto ao tema.

Também houve preocupação no questionário quanto ao uso de pensamentos sustentáveis para desenvolvimento de produtos, uso de embalagens no *packing*, transporte ou estocagem, Logística reversa, remanufatura, reciclagem também foram conceitos adotados para perguntas no questionário.

Outra pergunta importante quanto a implementação é relacionada ao tipo de retorno que a empresa teve após essa implementação.

Também ficou disponível um campo para comentários após o questionário finalizado.

Além das perguntas realizadas por Mitra e Datta (2013), fez-se necessário acrescentar perguntas relacionadas a outros fatores de forma a obter respostas mais direcionadas ao objetivo deste trabalho.

Foram acrescidas perguntas relacionadas a presença de indicadores de desempenho com o intuito de saber se os mesmos se relacionam a sustentabilidade, aspectos econômicos, ou relacionamento cliente/fornecedor.

Também fez-se necessário descobrir se para o setor da empresa participante da pesquisa os clientes se importam com o quesito sustentabilidade no momento de escolha de produtos.

Acerca da relação de clientes e fornecedores, há perguntas sobre quem realiza (cliente, fornecedor, a própria empresa ou ambos) e qual a frequência da avaliação e controle das exigências dos clientes.

No questionário também foram acrescidas perguntas quanto a estrutura de marketing e propaganda relacionada a práticas verdes.

Para a aplicação do questionário, todas as práticas encontradas na revisão bibliográfica (etapas 1 a 3) foram resumidas ou reescritas de forma uma abrangesse outra para reduzir a quantidade de termos a serem respondidos. Do total de 66 práticas, foi possível reduzi-las a 21 (mescladas) no questionário. Essa etapa foi necessário grande atenção e leituras cuidadosas para evitar a retirada de práticas importantes que não deveriam ser resumidas ou mescladas a outras.

A partir do material de pesquisa elaborado espera-se conseguir realizar mapeamentos sobre o uso de práticas de GSCM, e ao mesmo tempo, difundir tal conceito, para que seja ampliado o uso das mesmas. Com o mapeamento, estudos aprofundados de diversas temáticas quanto ao GSCM podem ser realizados.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica (PIBIC).

REFERÊNCIAS

BALLOU, R. Logística empresarial: Gerenciamento da cadeia de suprimentos. Tradução: Raul Rubenich. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BARVE, A.; MUDULI, K. Modelling the challenges of green supply chain management practices in Indian mining industries. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v 24, n 8, p 1102-1122, 2013

BOWERSOX, D.; CLOSS, D. Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento. Tradução Equipe do Centro de Estudos em Logística, Adalberto Ferreira das Neves. Revisão técnica Paulo

GOVIDAN, K; MATHIYAZHAGAN, K; KANNAN, D.; HAQ, A.N. Barriers analysis for green supply chain management implementation in Indian industries using analytic hierarchy process. *International Journal of Production Economics*, v 147, n PART B, p 555-568, 2014

HUANG, X.; TAN, B. L.; DING, X. An exploratory survey of green supply chain management in Chinese manufacturing small and medium-sized enterprises pressures and drivers. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v 26, n 1, p 80-103, 2015

JABBOUR, A. B. L. S.; JABBOUR, C. J. C.; GOVIDAN, K.; KANNAN, D.; SALGADO, M. H.; ZANON, C. J. Factors affecting the adoption of green supply chain management practices in Brazil: Empirical evidence. *International Journal of Environmental Studies*, v 70, n 2, p 302-315, 2013

JABBOUR, A. B.; JABBOUR, C.; GOVIDAN, K.; KANNAN, D.; ARANTES, A. F. Mixed methodology to analyze the relationship between maturity of environmental management and the adoption of green supply chain management in Brazil. *Resources, Conservation and Recycling*, 2014

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. Fundamentos de metodologia cientifica. São Paulo: Atlas, 1985.

LEE, S. M.; KIM, S. T.; CHOI, D.; Green supply chain management and organizational performance. *Industrial Management and Data Systems*, v 112, n 8, p 1148-1180, 2012

LIN, L.; LAN, J. Green supply chain management for the SME automotive suppliers. *International Journal of Automotive* Technology and Management, v 13, n 4, p 372-390, 2013

LIU, L.; TANG, M.; XUE, F. The impact of manufacturing firms' green supply chain management on competitive advantage. *Advanced Materials Research*, v 472-475,p 3349-3354, 2012

MATHIYAZHAGAN, K.; GOVIDAN, K.; HAQ, A. N. Pressure analysis for green supply chain

management implementation in Indian industries using analytic hierarchy process. *International Journal of Production Research*, v 52, n 1, p 188-202, 2014

MATHIYAZHAGAN, K.;GOVIDAN, K; NOORULHAQ, A.;GENG, Y. An ISM approach for the barrier analysis in implementing green supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, v 47, p 283-297, 2013

MITRA, S.; DATTA, P. P. Adoption of green supply chain management practices and their impact on performance: An exploratory study of Indian manufacturing firms. *International Journal of Production Research*, v 52, n 7, p 2085-2107, 2014

Mitraa, S.; Dattaa, P.P.; Adoption of green supply chain management practices and their impact on performance: an exploratory study of Indian manufacturing firms. *International Journal of Production Research*, 52:7, 2085-2107, 2013.

NINLAWAN, C.; SEKSAN, P.; TOSSAPOI, K.; PILADA, W. The implementation of green supply chain management practices in electronics industry. *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists* 2010, IMECS 2010, p 1563-1568, 2010

SACHS, I.; Estratégias de transição para o século XXI. In: BURSZTYN, M. (org); Para pensar o desenvolvimento sustentável. São Paulo: editora brasiliense, 2 ed., 1994.

STEFANELLI, N. O.; JABBOUR, CHAVEL J. C.; JABBOUR, A. B. L. S.. Green supply chain management and environmental performance of firms in the bioenergy sector in Brazil: An exploratory survey. *Energy Policy*, v 75, p 312-315, 2014

WU, S.; GOU, J. The trend of green supply chain management research(2000-2010): A text mining analysis. *International Conference on Supply Chain Management and Information Systems*: Logistics Systems and Engineering, 2010

WU, S.; GUO, J.. The text mining and classification analyses on the relationship between green supply chain management and closed-loop supply chain research trends (2000-2010). *International Journal of Digital Content Technology and its Applications*, v 6, n 23, p 281-288, 2012

XU, L.; MATHIYAZHAGAN, K.; GOVIDAN, K; NOORUL HAQ, A.; RAMACHANDRAN, N. V.; ASHOKKUMAR, A. Multiple comparative studies of Green Supply Chain Management: Pressures analysis. *Resources, Conservation and Recycling*, v 78, p 26-35, 2013

ZHU, Q.; SARKIS, J.; LAI, K. Examining the effects of green supply chain management practices and their mediations on performance improvements. *International Journal of Production Research*, v 50, n 5, p 1377-1394, 2012

ZHU, Q.; SARKIS, J.; LAI, K.; Initiatives and outcomes of green supply chain management implementation by Chinese manufacturers. *Journal of Environmental Management*, vol. 85, pp. 179–189, 2007.

RESPONSABILIDADE AUTORAL

"Os autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo conteúdo deste trabalho".

TOOLING FOR DIAGNOSIS OF PRACTICES IN GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Valle, Éverton Fleury Victorino, valleeverton@gmail.com[1]
Severino, Maico Roris, maicororis@gmail.com[1]
[1]*Universidade Federal de Goiás*

Abstract: *In the last years, consumers are looking for environmentally friendly products. In this direction, large companies, who always had eyes on profitability now searching a social balance economic, cultural, environmental and spatial. However, in Brazil this behavior is still shy. Among the various environmental practices adopted by companies, this study focuses on Green Supply Chain Management (GSCM). The objective is to diagnose how it is used the practices of GSCM by the supply chains of Goiás. So we used the survey research methodology, where several surveys are being applied. As a result, we expect a solid literature review about survey research methodologies, a mapping of the GSCM in Goiás, a concept release for state companies, enabling them to become sustainable and more competitive.*

Palavras-chave: *Green Supply Chain Management, Survey, Prátices*

ANÁLISE TEÓRICA SOBRE POLÍTICAS PÚBLICAS DE ECONOMIA SOLIDÁRIA.

Ribeiro, Marina Pires[1], marinapiris10@hotmail.com
Severino, Maico Roris[1],

[1]*Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão*

Resumo: *A Economia Solidária resgata as lutas históricas dos trabalhadores que tiveram origem no início do século XIX, sob a forma de cooperativismo, como uma das formas de resistência contra o avanço avassalador do capitalismo. Já no Brasil, a Economia Solidária surge no final do Século XX como uma resposta dos trabalhadores às novas formas de exclusão e exploração no mundo do trabalho. A partir de 2003 com apoio do governo federal surge o Programa de Economia Solidária em Desenvolvimento. Este apoio se concretiza a partir da formulação de políticas públicas que atuam na criação de um espaço público favorável ao desenvolvimento da Economia Solidária . Assim, este trabalho tem como objetivo analisar as políticas públicas existentes no âmbito da economia solidária. Para alcançar este objetivo buscamos utilizar a metodologia pesquisa de revisão bibliográfica através de revisão de teses, dissertações, artigos científicos e documentos. Obtivemos como resultado a identificação de três tipos de políticas públicas que são do âmbito Federal, Estadual e Municipal, também podemos identificar a dificuldade dos impedimentos solidários adesão destas políticas públicas.*

Palavras-chave: *Política Públicas, Economia Solidária, Estado.*

1. INTRODUÇÃO

Historicamente, experiências da economia popular surgiram antes da implantação da economia capitalista, da economia informal e, mais recentemente com a emergência da chamada economia solidária. Durante séculos, de modo geral, teriam sido experiências isoladas, efêmeras, precárias e localizadas (EID, 2003).

A partir de meados da década de 1980, diversas experiências de economia solidária têm sido analisadas menos como ações assistencialistas e desagregadoras. Estas experiências indicam um potencial de revigorar energias de setores e se dinamiza através de redes solidárias, motivando a ação de entidades de populares excluídos, de emancipação e de apropriação de tecnologias produtivas e organizacionais.

Algumas iniciativas isoladas deram lugar a uma realidade que se expande classe e de políticas públicas no campo popular, orientadas para a construção de uma economia alternativa concreta, conhecida como economia solidária e que procura estar articulada nos movimentos sociais (SINGER, 2009). Nesse processo de gestão, em coexistência e contradição com uma economia capitalista fortemente hegemônica, diversas experiências que reivindicam a autogestão, ainda têm sido circunstanciais e de difícil registro.

A economia solidária representa uma proposta de organização do trabalho e dos produtores na iminência de propiciar alternativas de sobrevivência e de melhora da qualidade de vida daqueles que estão postos à margem do sistema produtivo, carentes de ferramentas e conhecimento suficientes para gerar ocupação e renda (SINGER, 2009).

São em sua essência práticas baseadas na colaboração solidária, inspiradas por valores culturais que colocam a ser humano, enquanto detentor da força de trabalho, como sujeito e finalidade da atividade econômica, ao invés da lógica contrária que acompanha a evolução do atual sistema priorizando o capital em relação ao trabalho.

Segundo Singer (2009) a crise no mercado formal de trabalho foi uma das condicionantes contextuais que induziram as iniciativas populares no campo econômico. As políticas de apoio e fomento à economia solidária chegam como reforço a essas iniciativas e, deve-se constatar, a partir do reconhecimento de que o nível de desemprego surgido no contexto já visto não poderia ser

facilmente suprido por ocupações formais geradas pela retomada do crescimento econômico. Desta maneira, a economia solidária surge também como política pública a ser construída com o fim de suprir a classe excluída com ocupação.

A caracterização das politicas voltadas para a economia solidária como 'processos em construção' repousa também na presença de grande heterogeneidade na concepção, estruturação e execução dessas políticas.

Torres (2004) enxerga nelas aspectos positivos, como a possiblidade de desenvolvimento das econômicas populares. Para este autor, a organização ainda embrionária dos atores sociais para a constituição de espaços públicos de consenso pode levar à superação do centralismo, do autoritarismo e do clientelismo que caracterizam a implementação das políticas no Brasil.

Outro fator que indica o caráter precário dessas políticas reside na falta de consenso a respeito do que vem a ser a economia solidária. França Filho (2002) afirma que tal polimorfismo conceitual explica-se não só pela relativamente recente emergência da economia solidária como movimento mais organizado e objeto da atenção de governos, mas também do caráter voluntarioso e isolado de algumas iniciativas nascidas dentro do Estado, apesar da promissora perspectiva que surge com a criação da Rede de Gestores Públicos de Economia Solidária, no sentido da troca e difusão de experiências.

O traço conceitualmente marcante do que se entende por economia solidária e sue princípio mais fundamental e orientador é, sem dúvida, a solidariedade. Este princípio extrapola, inclusive, a noção do econômico para inspirar um modo próprio de ser e relacionar-se aplicável as pessoas e instituições. Este fio condutor dos movimentos de economia solidária, entretanto, não mantém as iniciativas de economia solidária incólumes aos efeitos da realidade onde se processam. Assim também ocorre com as iniciativas governamentais voltadas para o apoio e o fomento da economia solidária. Como reflexo dos objetivos das políticas públicas de combate à pobreza e de inserção sociais muito destacadamente expressos nos últimos anos, a adoção da economia solidária no âmbito estatal, assim, de certa forma assumiu, como face mais nítida, a preocupação com a geração de trabalho e renda.

No Brasil os estudos atuais sobre as dimensões e as características das iniciativas econômicas solidárias permite afirmar que está em constituição uma importante alternativa de inclusão social pela via do trabalho, com base em práticas e valores de cooperação, de autogestão e de solidariedade na realização de atividades econômicas. Com essa compreensão, as três Conferências Nacionais de Economia Solidária (CONAES), realizadas em 2006, 2010 e 2014 respectivamente, definiram a economia solidária como "estratégia de desenvolvimento".

Para poder identificar os obstáculos que as políticas públicas de Economia Solidária, este artigo tem como objetivo avaliar as políticas públicas voltadas para Economia Solidária.

2. METODOLOGIA

Para realizar a revisão de literatura buscamos utilizar a pesquisa bibliográfica, Gil (1999) explica que a pesquisa bibliográfica é desenvolvida mediante material já elaborado, principalmente livros e artigos científicos. Apesar de praticamente todos os outros tipos de estudo exigirem trabalho dessa natureza, há pesquisas exclusivamente desenvolvidas por meio de fontes bibliográficas.

O material consultado na pesquisa bibliográfica abrange todo referencial já tornado público em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografia, dissertações, teses, entre outros. Por meio dessas bibliografias reúnem-se conhecimentos sobre a temática pesquisada. Com base nisso é que se pode elaborar o trabalho monográfico seja ele em uma perspectiva histórica ou com o intuito de reunir diversas publicações isoladas e atribuir-lhes uma nova leitura.

3. POLÍTICAS PÚBLICAS E ECONOMIA SOLIDÁRIA.

A ideia de uma Economia Solidária passou a fazer parte das agendas de governos Municipais e Estaduais a partir das ações da Prefeitura Municipal de Porto Alegre (RS), iniciando na década de 1990 um trabalho de apoio a grupos de economia popular solidária, gerando um conjunto de políticas que serviu como exemplo para outros municípios.

No período de 1999 a 2002 o Estado do Rio Grande do Sul realizou uma ação pioneira no Brasil ao incluir a Economia Solidária em sua agenda de governo (SARRIA ICAZA, 2006). E em 2003 a Economia Solidária ganhou o apoio do governo federal.

Na primeira gestão do governo de Luiz Inácio Lula da Silva aconteceu a implementação da Secretaria Nacional de Economia Solidária (SENAES), ligadas ao Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) e que teve como principal desafio, realizar o Programa de Economia Solidária em Desenvolvimento. Este apoio se concretiza a partir da formulação de políticas públicas que atuam na criação de um espaço público favorável ao

desenvolvimento da Economia Solidária bem como através da definição de um marco lega que sustente e viabilize tais iniciativas.

Essa nova perspectiva que surgiu através das parcerias com os estados e municípios representou um novo horizonte para as iniciativas cooperativas e associativas de caráter popular solidário visto que antes poderiam estar mais isolados do poder público e afora passam a ser vistas como oportunidades dentro de uma perspectiva de desenvolvimento local.

Considerando que essas organizações, enquanto empreendimentos solidários auto gestionários, são formados por parcelas carentes da sociedade, os governos municipais visando cumprir com os seu papel de agente propulsor do desenvolvimento local, viabilizam ações no sentindo de apoiar tais iniciativas, contribuindo para o seu crescimento e fortalecimento, o que desencadeia um processo de emancipação social que refletirá no município como um todo (FISCHER, 2002; FRANÇA FILHO, 2006).

Ponderando ainda que se trata de empreendimentos solidários autogestionários, a forma como esse apoio é proposto pode vir a influenciar o processo de autogestão, enfraquecendo as bases de sustentação que caracterizam esse tipo de iniciativa.

Dessa forma, com um olhar sobre a atuação do poder público como agente na construção de uma identidade coletiva para o Movimento da Economia Solidária e, por outro lado, com um olhar sobre os atores que constroem tal movimento que buscam parcerias com o poder público (SOUZA, 2007).

No âmbito da evolução histórica rumo ao governo democrático, a VI Constituição Brasileira assentou-se na redemocratização do Estado e revisão da forma federativa do país. Nesse contexto, os municípios foram elevados à categoria de ente federativo, com autonomia política, administrativa e financeira de forma a transformar-se num importante agente propulsor do desenvolvimento regional (FONSECA, 2005).

A partir da descentralização percebem-se outros significados do papel do município que até então era totalmente dependente do Estado, além de tomar força o discurso a importância destes enquanto agentes do desenvolvimento regional. Capaz de contribuírem para a diminuição das desigualdades em âmbito local através do diálogo entre o poder público e os setores que venham a ser atingidos pelas políticas públicas municipais (FONSECA, 2005).

O caminho para a formulação de políticas públicas viáveis e possíveis que atendam à necessidade de valorização e emancipação do ser humano no âmbito dos espaços subnacionais, torna-se dependente de fatores tais como: nível das instituições existentes no âmbito do espaço público, presença de clientelismo, capacidade técnica para elaboração, aplicação e avaliação das políticas públicas, nível de diálogo existente entre o poder público e a sociedade civil, capacidade financeira bem como estratégias de arrecadação que torne o município em parte independente para a concretização de suas ações, entre outros requisitos dos quais dependerá o sucesso ou fracasso das políticas públicas sociais.

O Movimento da Economia Solidária tem como desafio construir base sólida no âmbito das políticas, do ‘agir no espaço público’ que segundo França Filho (2004) é uma forma de conciliar o projeto de uma economia solidária com a esfera política e econômica concomitantemente.

A construção dessas bases passa pela formulação, implementação e avaliação dessas políticas nos espaços nacionais que representam o território de realização da Economia Solidária. Apesar das dificuldades enfrentadas pelos municípios após a descentralização política-administrativa, é visível a ampliação do espaço público orientada pela busca da democratização política e social a partir de década de 1990.

Nesse contexto, surgem espaços de participação na esfera pública, lugar onde são acolhidas as reivindicações de movimentos populares que já tinham uma caminhada em direção à luta pela diminuição das injustiças sociais. Igualmente, a política de viabilização dessas iniciativas a partir de um plano de desenvolvimento local, foge à armadilha de apresentar-se enquanto práticas assistencialistas.

Entretanto, as esferas subnacionais possuem prerrogativas para a viabilização dessas políticas principalmente quando dissociadas de um plano de desenvolvimento local, o que faz com que sucesso do apoio oferecido ao Movimento da Economia Solidária esteja condicionado às questões específicas de cada região, a exemplo de nível de controle social existente e a forma como são propostas, vez que podem acabar por transformarem-se em ações assistencialistas ou até mesmo em legitimidade política do grupo que está no poder (SARRIA ICAZA 2006).

Em relação à Economia Solidária, o assistencialismo caracteriza-se por ações voltadas para os setores mais carentes a fim de propor condições básicas de sobrevivência. Limita-se a metas materiais imediatas e não possuem em planejamento, ou seja, apenas vão respondendo às circunstâncias do momento. Essas iniciativas giram em torno de aprendizado de ofícios manuais sem possuir maior pretensão economia. Por conseguinte, se acomodam e não desenvolvem um processo de

educação e desenvolvimento de lideranças, tornando-se dependentes de ações paternalistas, favores e facilidades por parte do poder público tais como insumos equipamentos e espaço físico (GAIGER, 2000).

Para que ocorra a implantação de Políticas Públicas de modo concreto e realizado anualmente a Conferência Nacional de Economia Solidária, aonde ocorre a discursão para que possa ocorrer a implantação de novas políticas públicas, este debates são feitos nos âmbitos Municipais, Regionais, Estaduais e Federal de Economia Solidária. Com objetivo de realizar balanço sobre os avanços, limites e desafios da Economia Solidária considerando as deliberações das Conferências Nacionais de Economia Solidária, promover o debate sobre o processo de integração das ações de apoio a economia solidária fomentadas pelos governos e pela sociedade civil, elaborar planos municipais, territoriais e estaduais de economia solidária; e elaborar um Plano Nacional de Economia Solidária contendo visão de futuro, diagnóstico, eixos estratégicos de ação; programas e projetos estratégicos e modelo de gestão para o fortalecimento da economia solidária no país.

4. CONCLUSÕES

Os limites e possibilidades de uma política pública de fomento ao cooperativismo como estratégia de desenvolvimento são considerados com base em duas abordagens principais: de um lado, os debates sobre o papel de governos para o estímulo à participação dos cidadãos e sua organização em associações dentro de um quadro de redefinição das relações estado-sociedade civil; de outro lado, o contexto de construção do que vem sendo chamada economia solidária, que aqui caracterizamos como uma diversidade de experiências coletivas de organização econômica, onde as pessoas se associam para produzir e reproduzir meios de vida segundo relações de reciprocidade, igualdade e democracia.

Os conhecimentos que as políticas públicas podem levar aos cidadãos que em geral não dispõem de acesso ou recursos não podem se destinar à reprodução de padrões técnicos ou relações políticas segundo modelos dominantes.

Por fim, é preciso atentar para o fato de que iniciativas locais isoladas correm o risco de não gerar a economia solidária, ainda que sejam bem sucedidas individualmente. Ao invés, elas precisam ser percebidas como conjunto e articuladas entre si.

Por isso é fundamental a sistematização das experiências, a divulgação das idéias e a transformação delas em proposta – o que também é movimento essencialmente político, e contribui para criar uma ponte entre o mundo experimental localizado e o mundo político da economia solidária enquanto alternativa de transformação social e das políticas públicas de formação, geração de trabalho e desenvolvimento.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto e pela concessão da bolsa de Desenvolvimento Tecnológico Industrial (DTI).

REFERÊNCIAS

CELLARD, A. **A análise documental.** In: POUPART, J. et al. A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos. Petrópolis, Vozes, 2008.

EID, F. **Descentralização do Estado, economia solidária e políticas públicas: construção da cidadania ou reprodução histórica do assistencialismo?** CONGRESSO DA FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE ESTUDOS SOBRE AMÉRICA LATINA E CARIBE, 11. **Anais**...Osaka, Japão: FIEALC, 2003.

FRANCA FILHO, G. C. "**A perspectiva da Economia Solidária**" In: FISCHER, T. (Org.) Gestão do desenvolvimento e poderes locais: marcos teórico e avaliação. Salvador, BA: CASA DA QUALIDADE, 2002.

FISCHER, T. (org.) **Gestão do desenvolvimento e poderes locais: marcos teórico e avaliação**. Salvador: CASA DA QUALIDADE, 2002.

FONSECA, A. A. M. **Instituição e desenvolvimento territorial: o desenvolvimento municipal após a descentralização**. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, 2005.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1996.

GAIGER, L. I. **"**Os caminhos da Economia Solidária no Rio Grade do Sul" In: SINGER, P.; SOUZA, A. R. (Orgs.) **A Economia Solidária no Brasil: a autogestão como resposta ao desemprego.** São Paulo: Contexto, 2000.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

I CONAES. Ia CONFERÊNCIA NACIONAL DE ECONOMIA SOLIDÁRIA. **Anais.** Brasília: SENAES/MTE, 2006.

II CONAES. IIa CONFERÊNCIA NACIONAL DE ECONOMIA SOLIDÁRIA. **Anais.** Brasília: SENAES/MTE, 2010.
SARRIA ICAZA, A. M. **Políticas Públicas e Economia Solidária no Rio Grande do Sul.** In: FRANÇA FILHO, et al. (Org.). Ação Pública e Economia Solidária: uma perspectiva internacional. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006.
SINGER, P. Políticas públicas da Secretaria Nacional de Economia Solidária do Ministério do Trabalho e Emprego. **Boletim mercado de trabalho**, Brasília: Ipea, n. 39, p. 43-48, 2009.
SOUZA, C. "Estado da Arte da Pesquisa em Políticas Públicas" In HOCHMAN, Gilberto (Org.). **Políticas Públicas no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2007.

RESPONSABILIDADE AUTORAL
"O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo conteúdo deste trabalho".

THEORETICAL ANALYSIS OF PUBLIC POLICIES FOR PARTNERSHIP FOR SOLIDARITY ECONOMY

Ribeiro, Marina Pires[1], marinapiris10@hotmail.com
Severino, Maico Roris[1],

[1]*Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão*

***Abstract**. The Solidarity Economy rescues the historical struggles of workers that originated in the early nineteenth century, in the form of cooperatives, as a form of resistance against the overwhelming advance of capitalism. In Brazil, the Solidarity Economy appears at the end of the twentieth century as a workers' response to new forms of exclusion and exploitation in the workplace. Since 2003 with support from the Brazilian federal government comes the Solidarity Economy Program and Development. This support is realized from the formulation of public policies that work to create a public space conducive to the development of the Solidarity Economy. This work aims to analyze existing policies within the solidarity economy. To achieve this goal we seek to use the research methodology literature review by reviewing theses, dissertations, research papers and documents. We obtain as a result the identification of three types of public policy that are of federal, state and municipal, we can also identify the difficulty of solidarity accession impediments these policies.*

***Keywords**: Public policy, Solidarity Economy, State.*

METODOLOGIAS DE INCUBAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS DE ECONOMIA SOLIDÁRIA – PESQUISA SURVEY

Mundim Filho, Ozanan Garcia, ufg.ozanan@gmail.com[1]
Severino, Maico Roris[1]
Universidade Federal de Goiás (UFG) – Regional Catalão.

Resumo: *: O objetivo deste trabalho é analisar as metodologias de incubação utilizadas pelas incubadoras de empreendimentos solidários do Brasil. Para isso foi realizado uma revisão da literatura acerca do tema metodologias de incubação de empreendimentos de economia solidária (EES) e uma pesquisa survey, por meio de um questionário. A partir da pesquisa realizada foi possível obter uma sistematização das metodologias de incubação e uma análise em termos de aspectos comuns e diferenças. Como contribuição acadêmica este trabalho apresenta a diversidade de metodologias para o aperfeiçoamento das atividades de incubação de EES.*
Palavras-chave: *Economia Solidária, Metodologias de incubação, Incubadora de empreendimentos solidários*

1. INTRODUÇÃO

A economia solidária começa a (res)surgir no Brasil nos anos de 1980, por meio do associativismo e da cooperação. Desde então, a economia solidária vem crescendo gradativamente, devido a ser uma alternativa em âmbito social na busca de trabalho e renda. Em 2006, no Brasil havia aproximadamente 15 mil empreendimentos de economia solidária envolvendo por volta de 1,2 milhões de pessoas (GAIGER, 2007). Em 2012 esse número já chegava a aproximadamente 33 mil empreendimentos.

As pessoas que participam desses empreendimentos costumam ser pessoas que desenvolvem atividade produtiva fora do mercado formal de trabalho e que necessitam de capacitação em termos da gestão do empreendimento (MORAIS et al., 2013). Dessa forma, no intuito de auxiliar esses empreendimentos surgem as incubadoras de empreendimentos solidários, com o propósito de auxiliar na criação e desenvolvimento de Empreendimentos de Economia Solidária (EES).

No entanto, essas incubadoras passam por alguns desafios no momento da incubação desses empreendimentos. Muitas incubadoras não conhecem qual a melhor metodologia a ser utilizada como também qual a melhor maneira de realizar as atividades junto aos empreendimentos. Com isso, muitas vezes os resultados são pouco expressivos tanto para os EES como para as incubadoras de economia solidária.

Acredita-se que com um estudo aprofundado sobre as metodologias de incubação é possível que os integrantes de incubadoras encontrem referências em termos de metodologia de incubação que se adeque e gere bons resultados a maioria dos EES.

O objetivo deste trabalho é analisar as metodologias de incubação utilizadas pelas incubadoras de empreendimentos solidários do Brasil.

2. METODOLOGIA

A realização desta pesquisa foi dividida em 3 etapas: revisão da literatura, pesquisa survey, análise dos resultados encontrados. Na primeira parte, revisão da literatura, foi pesquisado em artigos e livros acerva do tema metodologias de incubação, com o objetivo de encontrar quais são os desafios, dificuldades e metodologias utilizadas para incubar EES. Destaca-se que este é um assunto pouco tratado na literatura.

Na pesquisa *survey* foi realizado um questionário contendo 14 perguntas sobre as metodologias de incubação utilizado pelas incubadoras, além de dados relacionados as incubadoras, como quantidade de membros e áreas de atuação. Este questionário foi enviado para 102 incubadoras do Brasil, porém apenas 16 incubadoras responderam ao questionário, ou seja, houve um retorno de apenas aproximadamente 16%, o que é um número considerável par ama pesquisa *survey*.

Após as respostas do questionário foram analisadas, de modo a obter quais são as metodologias de incubação utilizadas pelas incubadoras de EES e quais são as metodologias que geram melhores resultados. Assim, foi possível realizar um comparativo entre as metodologias e perceber as semelhanças e diferenças entre as metodologias de incubação.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Incubadoras

Uma incubadora (independente da vertente) tem como objetivo auxiliar na criação de micro e pequenas empresas nascentes e fortalecer empresas que desejam expandir ou melhorar seu negócio. Para isso, as incubadoras contêm um local para realizarem suas atividades (COSTA et al.; 2013).

Segundo Cruz (2004) e Morais et al. (2013), participam de incubadoras estudantes, funcionários, docentes, técnicos, pós-graduandos e estagiários. Todos esses participantes de incubadoras de acordo com Ferreira (2010) podem realizar atividades nas áreas de pecuária, design, consultoria, cinema, marketing, edição, artesanato, arquitetura, assessoria, consultoria, formação e qualificação.

Segundo Soares, Dias e Silva (2002) é importante que incubadoras aumentem o nível de qualificação escolar, profissional e o grau de confiança entre os membros do grupo, com isso obter um melhor entendimento dos assuntos do empreendimento e uma maior transparência nas relações.

Para tais autores, no âmbito acadêmico é importante que participe de incubadoras pessoas de vários setores da universidade, devido a ser uma atividade de extensão que pode demandar atividades de várias áreas do conhecimento.

De acordo com a Associação Nacional de Entidades de Empreendimentos Inovadores **(**ANPROTEC**)** existem 4 tipos de incubadoras. As de base tecnológica, as tradicionais, as mistas e as de empreendimentos solidários. As incubadoras de base tecnológica abrigam empreendimentos que usam tecnologia, já as incubadoras tradicionais atuam em empresas de setores tradicionais da economia. As incubadoras mistas abrigam empreendimentos tanto de base tecnológica como de tradicional, e as incubadoras de empreendimentos solidários tem como público-alvo cooperativas e associações.

3.2 Incubadoras de Empreendimentos Solidários

As incubadoras de empreendimentos solidários tem como objetivo auxiliar empreendimentos de economia solidária (EES), utilizando os princípios de inclusão social e da economia solidária como forma de geração de trabalho, renda e ocupação. As incubadoras de EES procuram promover a consciência crítica do trabalhador, dessa forma, elas são caracterizadas por espaços em que buscam o aprendizado em autogestão e autodeterminação. Ao trabalharem com EES as incubadoras de empreendimentos solidários buscam auxilia-los de modo que não altere a natureza e a cultura de cada EES (MORAIS et al.; 2003; MATSUDA; ARAÚJO; DELGADO; 2011; FERREIRA; 2010).

De acordo com Cruz (2004) Incubadoras de empreendimentos solidários tem como objetivo que os EES busquem a autogestão, de forma que seus empreendimentos tenha uma viabilidade econômica, e ofereça uma garantia de trabalho e renda para seus trabalhadores.

Fazem parte de EES cooperativas, grupos informais, associações, clubes de troca, feiras solidárias e empresas autogestionárias. Segundo Morais et al. (2013) os trabalhadores desses empreendimentos costumam ser trabalhadores que estão fora do mercado de trabalho, ou trabalhadores que realizam sua atividade em situação de risco e em condições precárias. Já segundo Cançado e Ghizoni (2012) trabalhadores de EES são eprofissionais autônomos que passam por problemas do sistema capitalista/neoliberal, com pouca qualificação profissional e dificuldades de ter opiniões formadas.

Para auxiliar EES, as incubadoras de empreendimentos solidários promovem o empreendedorismo e o desenvolvimento econômico-regional, para isso buscam a criação de tecnologias sociais, em que ajudem a tornar esses empreendimentos autossustentáveis no âmbito econômico, social, político e gerencial. (FERREIRA; 2010; MORAIS et al.; 2013).

As incubadoras de empreendimentos solidários enfrentam algumas dificuldades para realizar suas atividades de maneira efetiva. Segundo Cançado e Ghizoni (2012) e Oliveira (2006) a participação discente é uma dificuldade enfrentada pelas incubadoras, devido a alguns aspectos, como não ser grande a quantidade de alunos que se interessam pela economia solidária, também devido a haver alunos que obtém outro trabalho, ou alunos com falta de tempo ou vontade. Outro problema é a rotação de alunos que depois que entram no projeto, saem devido a conseguirem uma fonte de renda maior, algo que considerem melhor ou por não gostarem do projeto.

A participação docente assim como a discente também é uma dificuldade enfrentada pelas incubadoras de empreendimentos solidários. Devido há poucos professores se interessar pelo tema, e os que estão em incubadoras de empreendimentos solidários tem uma atividade a mais em que não impacta na redução da carga horária, pertinentes a atividade de ensino. Também devido ao retrabalho com a rotação de alunos, em que é necessário algum tempo para o aluno ter uma boa compreensão sobre o tema. (CANÇADO; GHIZONI; 2012).

Há comunidades que não tem confiança em trabalhos realizados por universidades, devido já ter passado por trabalhos anteriores e não ter tido resultado positivo ou que não teve um intercâmbio de conhecimento entre as partes. Isso dificulta a ação da incubadora, pois ela precisa conquistar a confiança do grupo para realizar suas tarefas. Desse modo, é necessário o trabalho conjunto da incubadora e grupo incubado. Os EES também querem resultados a curto prazo, dessa forma quando não ocorre resultados rápidos, os empreendimentos perdem a motivação pela incubação (CANÇADO; GHIZONI; 2012; OLIVEIRA; 2006; SOARES; DIAS; SILVA; 2002).

A maioria das incubadoras sobrevivem por meio de editais, com isso pode ocorrer de editais não atender aos requisitos da incubadora e da comunidade, o que dificulta a realização de um bom trabalho. (CANÇADO; GHIZONI; 2012). A questão da locomoção também se torna uma dificuldade para as incubadoras, devido alguns EES serem distantes da incubadora, assim pode ocorrer de não haver carros disponíveis aos estudantes para chegar às incubadoras, e atrasar o processo de incubação.

Diante de todas as dificuldades que as incubadoras de empreendimentos solidários enfrentam, elas se veem diante de alguns obstáculos que precisam ser superados. Dessa forma elas devem encontrar maneiras de organizar empresas de trabalhadores com baixo nível escolar e como capacitá-los para gerir e consolidar seus EES. Também é necessário que as incubadoras encontrem maneiras de como fazer com que esses empreendimentos ganhem créditos e como intervir da melhor maneira possível de modo que o grupo confie na incubadora e se fortaleça (CRUZ; 2004).

Apesar de todos desafios e dificuldades que as incubadoras enfrentam, ela gera várias contribuições no âmbito acadêmico e social. Segundo Soares, Dias e Silva (2002), as relações que são criadas entre professores, alunos e os grupos incubados são enriquecedoras, pois geram ideias inovadoras. Também percebe-se uma sociedade intelectualizada, que considera importante os problemas de pessoas que estão à margem da sociedade, e utilizam a Universidade para auxiliar a comunidade.

3.3 Metodologias de Incubação

De um modo geral, a incubação dos EES é dividida em três partes, a pré-incubação, incubação e pós-incubação. A pré-incubação é um período em que há a aproximação entre a incubadora e o grupo, nesse período inicial pode-se utilizar de questionários para identificar quais as potencialidades do grupo (CRUZ, 2004).

Esse período que dura aproximadamente 3 meses é importante procurar adquirir uma maior confiança do grupo na incubadora, para isso realizar oficinas de capacitação, como a elaboração de um plano de negócio, economia solidária e autogestão. É importante usufruir das oficinas para ter uma maior aproximação do grupo e conhecimento acerca das suas dificuldades (FERREIRA; 2010; SOARES; DIAS; SILVA; 2002).

Dessa forma, nessa etapa é realizada a criação de iniciativas para as soluções dos problemas encontrados no empreendimento (FERREIRA; 2010). Essas iniciativas podem ser em relação a gestão do empreendimento, planos operacionais de curto prazo, contabilidade, entre outros (MATSUDA; ARAUJO; DELGADO; 2011).

A segunda etapa, incubação, começa depois que são definidas quais serão as atividades realizadas pela incubadora para o auxilio dos EES. São definidas visitas rotineiras nos empreendimentos visando a troca de aprendizagem entre incubadora e grupo, em que a incubadora tem o intuito de oferecer uma melhor capacidade gerencial ao empreendimento (BORBA; 2011; FERREIRA; 2010).

Nessa etapa a maioria das incubadoras realiza ações de assessoria, consultoria, gerencial, financeiro, marketing a formação e qualificação. As ações de assessoria e consultoria visam auxiliar a cooperativa a estruturar-se e viabilizar-se economicamente. As ações de formação e qualificação visam que o empreendimento continue crescendo e sendo autossustentável após a incubação (CRUZ; 2004; MATSUDA; ARAUJO; DELGADO; 2011).

Segundo Matsuda, Araújo e Delgado (2011) o período de incubação geralmente é de 1 ano, já Cruz (2004) afirma que o período de incubação varia de 2 a 4 anos. Porém vale ressaltar que cada EES tem suas próprias características, dessa forma cada empreendimento necessita de um tempo de incubação para se estabilizar e ser autossustentável.

Após o processo de incubação, começa a etapa de desincubação em que Borba (2011) afirma que nesse processo a incubadora vai diminuindo o contato com o grupo por um tempo de aproximadamente 6 meses, fazendo apenas um acompanhamento e se necessário auxiliando algum eventual problema.

No processo de desincubação as incubadoras vão preparando para se desligar do empreendimento. Para saber se é o momento certo de ocorrer essa desvinculação pode ser realizado uma avaliação de indicadores (MATSUDA; ARAUJO; DELGADO; 2011).

4. Metodologias observadas na pesquisa Survey

A incubadora Incubadoras Tecnológica de Cooperativas Populares (ITCP) de Chapecó apresenta como metodologia a pesquisa participativa, em que é realizado um plano de ação junto ao grupo incubado. Esse plano de ação é elaborado após um diagnóstico inicial do grupo, e após a elaboração são realizadas avaliações periódicas do processo de incubação. A incubadora também busca parcerias com outras instituições para obter melhores resultados na incubação. Um ponto forte a se destacar é o processo de diagnóstico inicial do grupo, o qual possibilita encontrar as melhores ações posteriores.

A ITCP de Campinas apresenta metodologia pautada na educação popular e participativa, além de ser bem definida. Fazem parte da incubadora pessoas de conhecimentos de várias áreas, dessa forma durante as incubações a incubadora forma uma equipes multidisciplinares. Durante a fase de pré-incubação é conhecido sobre a realidade do empreendimento, para dessa forma realizar um plano de incubação. Durante a incubação busca realizar tudo que foi planejado, porém se for necessário pode ocorrer mudanças no planejamento. A fase de desincubação deve culminar com a sustentação financeira e o desenvolvimento político do empreendimento. Dessa forma, levar o EES a participar de redes de economia solidária.

A Incubadora de Empreendimentos Econômicos Solidários (IEES/CAU/UEM) de Maringá define os EES a partir da sua capacidade de atendimento, como a área de atuação. Assim que o EES é escolhido os integrantes da incubadora vão até o local para saber quais serão as ações de incubação. Durante a tomada de ação periodicamente há uma reflexão para ver os resultados das ações, dessa forma é possível saber se o planejamento está ocorrendo de maneira correta ou se é necessário mudanças.

A Incubadora de Organizações Coletivas Autogeridas, Solidárias e Sustentáveis (IOCASS) de Mato Grosso apresenta como metodologia a pesquisa ação. Junto aos integrantes dos EES a incubadora realiza planos de trabalho para o planejamento da incubação e busca articulações com outras instituições para obter a sustentabilidade do empreendimento. Um ponto baixo que a incubadora aponta é a pouca qualificação da equipe, em que nem sempre consegue resultados satisfatórios.

A Incubadora de Empreendimentos de Base Tecnológica e da Economia dos setores Populares e tradicionais do Acre (INCUBAC) possui uma metodologia bem definida, dividida em 5 etapas. Primeiro é aplicado uma dinâmica de DRP mapa falado, após é construído uma matriz de levantamento de macroproblemas, em seguida é realizado uma matriz SWOT (Força, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças), essas três primeiras etapas tem o intuito de encontrar quais problemas perpassa o empreendimento e definir as possíveis soluções. Em seguida é realizado um estudo de viabilidade econômica, e finalmente um plano de negócio solidário. Essa metodologia é considerada muito boa por parte da incubadora, devido a ser de fácil aplicação e ter um bom entendimento entre as partes envolvidas.

A Incubadora Tecnossocial de Cooperativas e Empreendimentos Econômicos Solidários de Cerro Largo em Rio Grande do Sul possui uma metodologia voltada para capacitação gerencial do EES e a produtividade. Alguns pontos fortes destacados pela incubadora é a alta capacitação dos gestores, e o conhecimento dos negócios, o que são fatores positivos para a geração de bons resultados durante a incubação.

A Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares de Lavras possui metodologia baseada no diagnóstico rápido participativo emancipador. Essa metodologia gera nos grupos um processo dialógico e reflexivo, o que facilita o conhecimento mútuo entre grupo e incubadora.

A ITCP de Itajaí utiliza a metodologia participativa na qual a tomada de decisões é realizada junto ao grupo incubado e posteriormente é realizado um plano de ação. Ela possui parceria com órgãos da cidade e incuba EES de toda região buscando a formação de redes de economia solidária, para dessa forma todos os EES crescerem em conjunto. Esse processo metodológico torna claro o trabalho e permite a revisão do planejamento a qualquer tempo. Porém, o fator tempo é um aspecto problemático, devido ser necessário longo tempo no processo de incubação.

A ITCP da Universidade Federal do Paraná (ITCP/UFPR) e a Incubadora de Empreendimentos Solidários (INCUBES-UFPB) da Paraíba, apresenta uma metodologia padrão, na qual perpassa pela pré-incubação em que ocorre o conhecimento do grupo. Em seguida o processo de incubação no qual são realizadas as ações e por final o processo de desincubação. Um ponto forte no processo de incubação são os cursos preparatórios e a utilização da educação popular. Entretanto, a participação por parte do grupo incubado algumas vezes passa por dificuldades.

A Incubadora de Linguagem Digitais para Economia Solidária (ILDES) do Pará apresenta uma metodologia estruturada dividida em etapas, em que primeiro são realizados cursos de capacitação, em seguida a regularização dos

empreendimento, após o suporte técnico aos empreendimentos, por fim a incubadora procura deixar o EES como auto gestionário, ou seja atuando sem necessidade de auxílio de outros órgãos. Os projetos estão obtendo bons resultados, um fator importante para isso é o engajamento do grupo incubado. Já alguns pontos fracos a citados é a dificuldade de encontrar pessoas engajadas para trabalhar com incubação de EES e a primeira incubação devido à pouca experiência.

A metodologia utilizada pela Incubadora Tecnológica de Empreendimentos de Economia Solidária do Médio Paraíba (InTECSOL) de Niterói ainda está em fase de construção a partir de experiências de incubações. Porém, as incubações estão sendo abordadas com metodologias participativas e por meio de planejamentos de atividades anuais. A incubadora também está formando grupos de trabalhos dos EES com o objetivo de ter uma maior participação do grupo em certas atividades o que é considerado um ponto forte pela incubadora. No entanto, por se tratar de uma metodologia em construção ainda não pode-se avaliar a metodologia.

A Incubadora Tecnológica de Cooperativas da USP de São Paulo considera que cada empreendimento necessita de uma metodologia de incubação específica. Em seu processo de incubação primeiro são escolhidos os grupos a partir de uma mapeamento em toda região de EES e diagnósticos sobre a atividade deles. Dessa forma, a incubadora defini quais grupos serão incubados de acordo com os pontos fortes da incubadora e a conjuntura política e econômica atual. Por fim, é realizado um plano de incubação junto ao grupo e as atividades são executadas por uma dupla de campo que acompanha o grupo semanalmente. A incubadora ressalta a importância de revisão periódica durante o processo de incubação.

A Incubadora de Empreendimentos Solidários (IESol) de Ponta Grossa acompanha o empreendimento pelo tempo que for necessário até que ele se torne auto sustentável. Para cada EES a incubadora constrói um plano de incubação. A metodologia utilizada é comum a todos, primeiro é a fase de pré-incubação em que ocorre o conhecimento mútuo entre o grupo e incubadora e um diagnóstico sobre a realidade do empreendimento. Então é realizado um plano de incubação em que pode ocorrer seminários de capacitação e entrevistas de história oral. Em seguida é realizado indicadores de incubação para orientar a fase de graduação do EES. Por fim é realizado a etapa pós-graduação com o objetivo de manter vínculos com os EES.

A Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares do Pantanal e da Fronteira de Corumbá também apresenta metodologia participativa em que as proposições são adotadas por consenso entre as partes envolvidas.

5. Resultados e Conclusões

A partir de uma análise sobre as metodologias de incubação de EES é possível notar algumas semelhanças e algumas diferenças entre as metodologias. Como também alguns métodos que são específicos de determinada incubadora.

A metodologia mais utilizada entre as incubadoras é a pesquisa participativa, em que as decisões são tomadas junto ao grupo incubado. Como o grupo auxilia na tomada de decisões, leva a incubadora agir em pontos que realmente necessitam de melhorias no empreendimento.

Outro ponto em comum nas metodologias de incubação é a capacitação dos EES, na qual fornecem conhecimento ao grupo. Como as incubadoras de EES tem o objetivo de tornar os grupos autogeridos as capacitações parecem ser uma forma interessante de ajudar nesse processo. Assim como as capacitações, a maioria das incubadoras realizam um plano de ação e avaliações periódicas durante o processo de incubação. Realizar um plano de ação foi destacado como pontos fortes pelas incubadoras, pois a partir de um planejamento bem definido é possível sempre saber quais são as ações a serem tomadas e se a incubação está ocorrendo como o planejado. As avaliações periódicas são importantes para que a incubação sempre mantenha o mesmo ritmo e as ações sejam sempre realizadas.

Algumas incubadoras apresentaram metodologias com alguns métodos diferentes. Um exemplo foi a busca pela incubação em redes, na qual vários EES formam uma rede e se ajudam. A formação de redes parece ser muito bom para os empreendimentos, porém o fato de poucas incubadoras apresentarem a busca de formação em redes pode ser explicado pelo grande desafio e dificuldade de criar uma rede.

Outro método interessante utilizado por uma incubadora é a formação de grupos dentro do empreendimento para atuar junto a incubadora. A incubadora tenta fazer com que os próprios integrantes dos grupos realizem as ações, com o objetivo de mostrar ao grupo que eles são capazes de tomar medidas e fazer as atividades demandadas pelo empreendimento.

Pode-se notar que as incubadoras que possuem metodologia bem definida e estruturada conseguem melhores resultados. Como também que a escolha do empreendimento deve-se passar pela capacidade da incubadora e as necessidades do empreendimento.

Como trabalhos futuros espera-se desenvolver uma proposta de metodologia de incubação de EES, de modo que a metodologia se adeque a maioria dos empreendimentos e que gere bons resultados tanto para o EES como para a incubadora.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de Iniciação Tecnológica Industrial (ITI) e financiamento do projeto.

REFERÊNCIAS

BORBA, T. S. 2011. *Incubadoras universitárias e movimento social da economia solidária.* In: XI Congresso Luso Afro Brasileiro de Ciências Sociai, (CONLAB). Salvador, Brasil.

CANÇADO, A. C., GHIZONI, L. D. 2012. *Economia Solidária, incubação e impacto nos empreendimento da economia solidária: análise crítica da atuação da ITCP/Nesol/UFT*. In: VI Encontro Nacional de Pesquisadores em Gestão Social(ENAPEGS). São Paulo, Brazil.

COSTA, I. M.; ALMEIDA, R.; GOMES, I. M. A.; SOUTO, M. C. 2013. *A importância das incubadoras com enfoque ambiental na gestão de resíduos sólidos urbanos: o caso da INCUBALIX/ES*. In: XV Congresso Latino-Iberoamericano de Gestão de Tecnologia. Porto, Portugal.

CRUZ, A. *É caminhando que se faz o caminho – diferentes metodologias das incubadoras tecnológicas de cooperativas populares no Brasil*. In: *Cayapa – Revista Venezolana de Economía Social*. Año 4, n.8. Mérida (Venezuela): CIRIEC/Venezuela, 2004.

FERREIRA, S. 2010. *As incubadoras sociais e a universidade: novas propostas para novos desafios, Comunicação apresentada no âmbito do evento O que Pode a Universidade Fazer pelo Empreendedorismo Social?*, Coimbra. Consultado a 17.11.2013, em http://www.academia.edu/2897009/As_incubadoras_sociais_e_a_universidade_novas_propostas_para_novos_desafios.

GAIGER, L. I. 2007. *A outra racionalidade da Economia Solidária: Conclusões do primeiro Mapeamento Nacional no Brasil. Revista Crítica de Ciências Sociais*, 79:57-77.

MATSUDA, P. M., ARAÚJO, T. F.; DELGADO, S. S. 2011. *Incubação de cooperativas populares e extensão universitária: o caso da INCOOP – Incubadora Regional de Cooperativas Populares Universidade Federal de São Carlos*. In: XI Simpósio de administração da produção, logística e operações internacionais, (SIMPOI). São Paulo, Brazil.

MORAIS, B. M. M.; MITTMANN, A. C.; BACIN, A. S.; SANGUINET, E. R.; LORENZONI, R. K.; DORR, A. C. 2013. *Incubadoras sociais: importância e papel desempenhado na economia solidária.* In*: I Seminário de jovens pesquisadores em economia e desenvolvimento.* Santa Maria, Brasil.

SOARES, G. J. V.; DIAS, C.; SILVA, E. S. 2002. *A incubadora tecnológica de cooperativas populares da UFRPE: uma nova experiência de extensão universitária. In: I Congresso Brasileiro de Extensão Universitária (CBEU)*. João Pessoa, Brasil.

RESPONSABILIDADE AUTORAL

"Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho".

METHODOLOGIES OF INCUBATION OF SOCIAL ECONOMY ENTERPRISE – RESEARCH SURVEY

Mundim Filho, Ozanan Garcia, ufg.ozanan@gmail.com[1]
Severino, Maico Roris[1]
Universidade Federal de Goiás (UFG) – Regional Catalão.

Abstract*. The purpose of this paper is analyze the methodologies of incubation used by Incubators of solidarity enterprises in Brazil. It was conducted a literature review on the topic incubation methodologies of social economy enterprises and a research survey, by a questionnaire. With the survey, it was possible to obtain a systematization of incubation methodologies and analysis in terms of commonalities and differences among the methodologies. As academic contribution, this paper presents the diversity of methodologies to improvement the activities of incubation of social economy enterprises.*

Keywords*: Methodologies of incubation, solidarity economy, Incubator of solidarity enterprise*

PARÂMETROS QUANTITATIVOS DA INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES, IMPACTOS AMBIENTAIS E AÇÕES PREVENTIVAS

ASSUNÇÃO, Guilherme Purcina, gulhermep.assuncao@gmail.com[1]
BONFIM, João Henrique Borges, joaobbonfim@gmail.com[2]
SILVA, Daniele Aparecida Bueno, danielebueno10@hotmail.com[3]

[1]Graduando em Engenharia de Produção – UFG/RC
[2]Graduando em Engenharia de Produção – UFG/RC
[3]Graduando em Engenharia de Produção – UFG/RC

Resumo: Durante a colheita são retirados alguns elementos do solo, com isso os fertilizantes repõem esses elementos que estão em falta. Logo que foram instaladas as fabricas de fertilizantes no Brasil, era feita a mistura de NPK, adaptando assim o fertilizante as condições do solo brasileiro. Os fertilizantes minerais são de rápida absorção constituídos por nitrogênio, fosforo e potássio. São substancias minerais ou orgânicas, naturais ou sintéticas que visam aumentar a produtividade do solo usando como fontes a mineração e a petroquímica.
A fabricação do fertilizante é relacionada com o subprodutos, esses produtos são utilizados na correção da acidez do solo. Com isso, tem que ser feito um estudo aprofundado para que não atinja o lençol freático. Também devemos ter cuidado com os efluentes líquidos e gasosos e também nas instalações de granulação.
O impacto ambiental provocado pelos fertilizantes e a retirada de seus produtos são prioritárias e vem com acompanhamento constante das industrias e dos órgãos de regulamentação. Devido a não haver barreiras na importação de fertilizantes, isso agido de forma influente na parte econômica do setor. O Brasil como seleiro de produção de agrícola se encontra como um grande importador e exportador na agricultura necessitando assim de estudo profundos junto ao tema.

Palavras-chave: *Fertilizantes, Impacto, Ambiente, Natureza, Efluentes.*

---

1. INTRODUÇÃO

As primeiras fábricas de fertilizantes instaladas no Brasil surgiram por meados dos anos 40, com o processo de industrialização do país. Dedicavam-se exclusivamente à mistura NPK, tendo em base fertilizantes simples importados. Desta forma, isso permitiu que as formulações NPK fossem adaptadas de melhor forma às condições dos solos brasileiros, sendo as primeiras unidades instaladas próximas a portos marítimos, como Cubatão (SP) e Rio Grande (RS).

No que se relaciona à potencialidade de extrações nas reservas minerais do Brasil, BRUM (2000) afirma acerca do subsolo do nosso pais valores, sendo os quais detém os seguintes percentuais acerca da totalidade do planeta: 85% de nióbio, 12,2% de cassiterita (3ª maior), 11,1% de bauxita (3ª maior), 9,3% de caulim (4ª maior), 8% de minério de ferro (5ª maior).

Até início da década de 1960, As importações atendiam à demanda interna de matérias-primas para fertilizantes, pois, uma vez que a produção local restringia-se apenas à exploração de uma mina de fosfato pertencente ao Grupo Bunge (Serrana), descoberta ainda nos anos 1940, no Estado de São Paulo, às unidades de amônia, ácido nítrico, nitrato de amônio e nitro cálcio da Petrobras e à atuação de alguns produtores pioneiros de superfosfato simples, tais como Elekeiroz (1949), Fosfanil (1952), Quim Brasil (1954), CRA (1958) e Ipiranga Fertisul (1959).

No início da década de 1970, o país teve início da utilização do gás natural como matéria-prima para a produção de amônia e ureia. A fábrica, localizada em Camaçari (BA), deu origem à Nitrofertil (hoje Fafen), que, após, com a construção de outra unidade em Laranjeiras (SE), firmou a indústria de fertilizantes nitrogenados no país, sendo seu principal insumo básico o gás natural.

Por conseguinte, alguns planos do governo que não serão adentrados neste presente trabalho pelo motivo de não ser o enfoque principal, acabaram estruturando o mercado de fertilizantes no país, tal como é definido hoje.

2. DEFINIÇÕES E DADOS

Os fertilizantes foram definidos pela legislação brasileira (Decreto 86.955, de 18 de fevereiro de 1982) sendo como "substâncias minerais ou orgânicas, naturais ou sintéticas, fornecedoras de um ou mais nutrientes das plantas".

Os fertilizantes têm por função repor ao solo elementos que foram uma vez retirados nos períodos de colheita, sendo sua finalidade manter ou até mesmo ampliar o potencial produtivo do solo. Sua participação está diretamente relacionada ao aumento do rendimento físico da agricultura, em melhores palavras, sua produtividade.

Os elementos químicos presentes nos fertilizantes acabam podendo ser divididos conforme a quantidade ou proporção em duas categorias: macro nutrientes (carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) e micronutrientes (boro, cloro, cobre, ferro, manganês, molibdênio, zinco, sódio, silício e cobalto).

Os fertilizantes constituem um dos principais insumos agrícolas e têm como fontes de matéria-prima produtos oriundos da petroquímica e da mineração. Destaca-se a importância dos fertilizantes nitrogenados, fosfatados e potássicos, que constituem a mistura NPK.

Do ponto de vista do processo produtivo, o nitrogênio (N), o fósforo (P) e o potássio (K) são os mais importantes. Os demais macros e micronutrientes, apesar da importância biológica, não têm expressão econômica na indústria de fertilizantes, nem valorização comercial significativas, por serem utilizados em quantidades muito pequenas.

O Brasil é hoje um importante produtor e exportador mundial de produtos agrícolas, sendo o maior produtor mundial de suco de laranja, café, açúcar e o segundo maior produtor de soja em grãos. O agronegócio brasileiro representa aproximadamente 40% das exportações do Brasil, representando aproximadamente 23% do PIB do país. As vendas de fertilizantes no Brasil podem ficar entre 32,41 milhões e 34,72 milhões de toneladas em 2014.

A figura 1 a seguir mostra um fluxograma de como funciona os processos de forma mais simples

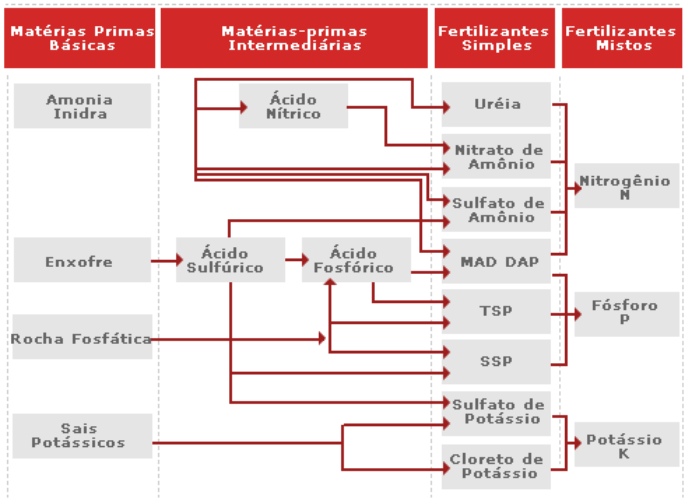
Segundo a Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA), os fertilizantes podem ser classificados em três tipos:

O primeiro sendo o Fertilizante mineral: produto de natureza fundamentalmente mineral, natural ou sintético, obtido por processo físico, químico ou físico-químico, fornecedor de um ou mais nutrientes das plantas.

O primeiro sendo o Fertilizante mineral: produto de natureza fundamentalmente mineral, natural ou sintético, obtido por processo físico, químico ou físico-químico, fornecedor de um ou mais nutrientes das plantas.

O segundo como o Fertilizante orgânico: produto de natureza fundamentalmente orgânica, obtido por processo físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado, com base em matérias-primas de origem industrial, urbana ou rural, vegetal ou animal, enriquecido ou não de nutrientes minerais.

Figura 1- fluxograma de processos



Fonte: Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA)

E por último o Fertilizante organomineral: produto resultante da mistura física ou combinação de fertilizantes minerais e orgânicos.

A tabela 1 apresenta as características dos fertilizantes.

Citando alguns dados sobre o consumo de NPK no brasil, cerca de 75% do consumo estão concentrados na região centro. 90% se englobar a região sul na contabilidade. São Paulo é responsável pela maior parte do consumo (30%). A tabela 2 mostra a distribuição de consumos por região

Tabela 1 – Características dos fertilizantes

CARACTERÍSTICAS	FERTILIZANTES ORGÂNICOS	FERTILIZANTES MINERAIS
Fonte dos Nutrientes	esterco animal e resíduos da colheita	nitrogênio do ar e minerais do solo
Concentração dos Nutrientes	baixa	alta
Disponibilidade dos Nutrientes	variável	imediata
Qualidade	freqüentemente inconsistente	determinável e consistente

BNDES Setorial, *Rio de Janeiro, n. 24, p. 97-138, set. 2006*

Tabela 2 – Distribuição de consumos por região

ESTADO/REGIÃO	PRODUTO (t)	% do TOTAL
São Paulo	3.139.892	29,0
Paraná	1.457.769	13,4
Minas Gerais	1.407.099	13,0
Mato Grosso	779.932	7,2
Goiás/DF/TO	646.308	6,0
Mato Grosso do Sul	529.006	4,9
Espírito Santo	189.206	1,7
Rio de Janeiro	17.184	0,2
Região Centro	**8.166.396**	**75,4**
Rio Grande do Sul	1.301.025	12,0
Santa Catarina	310.345	2,9
Região Sul	**1.611.370**	**14,9**
Bahia	465.459	4,3
Alagoas	230.508	2,1
Pernambuco	158.164	1,5
Maranhão	49.698	0,5
Rio Grande do Norte	34.384	0,3
Paraíba	37.655	0,3
Piauí	12.667	0,1
Ceará	13.223	0,1
Sergipe	14.895	0,1
Região Nordeste	**1.016.653**	**9,3**
Região Norte	**44.952**	**0,4**
Total Brasil	**10.839.371**	**100,0**

Fonte: Anuário estatístico do setor de fertilizantes 1995, 1996.

2.1 Processo Produtivo

Existem vários tipos de processos produtivos relacionados a indústria de fertilizantes. Dentre eles, temos o Processo de produção de fertilizantes minerais que são aqueles constituídos apenas por nitrogênio, fósforo e potássio, de rápida absorção. Essa classe é subdividida em:

I - Fertilizantes nitrogenados: têm em sua composição o nitrogênio como nutriente básico e se originam da produção da amônia anidra (NH3), que é a matéria-prima básica de todos os fertilizantes nitrogenados sintéticos.

A amônia anidra é um gás obtido pela reação do gás de síntese, uma mistura na relação 1:3 de nitrogênio (N) proveniente do ar com o hidrogênio (H) de fontes diversas: gás natural, nafta, óleo combustível ou de outros derivados de petróleo. O gás natural é o mais usado e também a melhor fonte de hidrogênio para a produção de fertilizantes nitrogenados.

A figura 2 mostra a rota de produção de alguns fertilizantes nitrogenados.

Figura 2 - Rota de produção de fertilizantes nitrogenados

Fonte: disponível em www.fertipar.com.br. Acesso 9/9/2014

A Tabela 3 apresenta as características dos principais fertilizantes nitrogenados comercializados no Brasil, em que a participação percentual do nitrogênio aparece em diferentes tipos de radicais químicos, como nitrato (NO3), amônia (NH4+) e ureia (OC (NH2)2).

Tabela 3 - características dos principais fertilizantes nitrogenados comercializados no Brasil

Características Químicas dos Principais Fertilizantes Nitrogenados Comercializados no Brasil

MATÉRIA-PRIMA	% N TOTAL	% N-NO_3	% N-NH_4	% N-ORG.	% S
Amônia Anidra	82			82	
Uréia	45				45
Sulfato de Amônio	20			20	
Nitrato de Amônio	34	16	16		
MAP	9			9	
DAP	17			17	

Fonte: Disponível em www.fertipar.com.br. Acesso em: 9/9/2014

Tecnologicamente, a amônia é o insumo-chave para produção dos fertilizantes nitrogenados. As atuais usinas de amônia para fins fertilizantes no Brasil usam gás natural, gás de refinaria ou resíduo asfáltico como ingrediente.

3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Um dos grandes aspectos ambientais na fabricação de fertilizantes está relacionado com o subproduto gesso – sulfato de cálcio –, como consequência da solubilização da rocha fosfática com ácido sulfúrico na fabricação do ácido fosfórico. A enorme disposição desse gesso, em quantidades muito volumosas e com baixa aplicação, exige a formação de "pilhas de gesso", para as quais devem ser feitos um estudo e um trabalho cauteloso do terreno para não atingir o lençol freático, especialmente, com as águas residuais ácidas que percolam através do gesso. Esse gesso tratado pode convir como corretor da acidez do solo, como forma de remover o alumínio, como fonte de enxofre para as plantas e ainda na construção civil, em edificações, compactação e

acostamento de estradas. Dentro indústrias de fertilizantes fabricantes de ácido fosfórico, o gesso é mantido em áreas específicas, relativamente afastadas e próprias, na forma de altas pirâmides triangulares brancas. O solo deve receber um projeto especial nas fundações, reforço estrutural e revestimento com mantas impermeáveis (liners).

O domínio dos efluentes líquidos e gasosos também deve merecer muita atenção. Compreender aí os efluentes alcalinos líquidos amoniacais e ácidos (principalmente fosfórico) e as emissões gasosas dos óxidos de enxofre e nitrogênio das fábricas de ácido sulfúrico e nítrico. Bem como as emissões de particulados, como as da fabricação de nitratos e carbonatos, e também as das instalações de granulação. Existem marcos regulatórios austeros em vigor. Alguns de difícil mensuração, cujos limites muitas vezes ainda não se encontram totalmente definidos, como o caso das emissões fixas das chaminés industriais. De uma forma geral, para as empresas de fertilizantes brasileiras, as questões ambientais são prioritárias e vêm merecendo acompanhamento constante do desenvolvimento da legislação por meio de órgãos como a regulamentação.

Eco – 92, acontecido no Rio de Janeiro. (Política Créditos de Carbono); as empresas utilizam a área reflorestada por eucaliptos para participar do programa de créditos de carbonos para combate do efeito estufa.

Subproduto – Fosfogesso (sulfato de cálcio); um dos grandes aspectos ambientais na fabricação de fertilizantes está relacionado com o subproduto gesso – sulfato de cálcio –, como consequência da solubilização da rocha fosfática com ácido sulfúrico na fabricação do ácido fosfórico. A enorme disposição desse gesso, em quantidades muito volumosas e com baixa aplicação, exige a formação de “pilhas de gesso”, para as quais devem ser feitos um estudo e um trabalho cauteloso do terreno para não atingir o lençol freático, especialmente, com as águas residuais ácidas que percolam através do gesso. Esse gesso tratado pode convir como corretor da acidez do solo, como forma de remover o alumínio, como fonte de enxofre para as plantas e ainda na construção civil, em edificações, compactação e acostamento de estradas. Dentro indústrias de fertilizantes fabricantes de ácido fosfórico, o gesso é mantido em áreas específicas, relativamente afastadas e próprias, na forma de altas pirâmides triangulares brancas. O solo deve receber um projeto especial nas fundações, reforço estrutural e revestimento com mantas impermeáveis (liners).

Efluentes Líquidos e gasosos: deve merecer muita atenção. Compreender aí os efluentes alcalinos líquidos amoniacais e ácidos (principalmente fosfórico) e as emissões gasosas dos óxidos de enxofre e nitrogênio das fábricas de ácido sulfúrico e nítrico. Bem como as emissões de particulados, como as da fabricação de nitratos e carbonatos, e também as das instalações de granulação. Existem marcos regulatórios austeros em vigor.

Alguns de difícil mensuração, cujos limites muitas vezes ainda não se encontram totalmente definidos, como o caso das emissões fixas das chaminés industriais. De uma forma geral, para as empresas de fertilizantes brasileiras, as questões ambientais são prioritárias e vêm merecendo acompanhamento constante do desenvolvimento da legislação por meio de órgãos como a regulamentação.

O Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM – 2030) é uma ferramenta estratégica para nortear as políticas de médio e longo prazo que possam contribuir para que o setor mineral seja um alicerce para o desenvolvimento sustentável do País nos próximos 20 anos. A publicação do Plano representa uma etapa importante para a formulação de políticas e planejamento do setor mineral. (MME, 2015a)

A partir deste trabalho, percebe-se uma influência no preço de fertilizantes a partir do mercado internacional. O fato de não haver barreiras para a importação também influencia o meio econômico do setor. Também se nota um crescimento na capacidade de produção da indústria devido aos altos investimentos do setor.

Considerado de maior importância para o trabalho, os processos químicos adotados foram abordados e estudados a fundo a partir de revisão da literatura e de estudos de caso com 2 empresas do setor que delimitam 2 elos importantes da cadeia de suprimentos. Uma trata suas vendas direto ao consumidor final (Heringer) e outra trabalha em vários elos quanto ao fornecimento de NPK.

Como propostas para estudos futuros, indica-se um estudo aprofundado sobre investimentos em infraestrutura para determinação do aumento da capacidade de importação.

REFERÊNCIAS

BITAR, O.Y. Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na RMSP**. São Paulo, 1997. Tese Doutoramento, Departamento de Engenharia de Minas, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.**

BRUM, I. A. S. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração (monografia)**. Departamento de Hidráulica e Saneamento, Escola Politécnica USP. São Paulo, 2000.

KULAIF, Yara. **A indústria de fertilizantes fosfatados no Brasil: perfil empresarial e distribuição regional.** Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1999.

MME – Ministério de Minas e Energia. **PNM – 2030.** Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/geologia-mineracao-e-transformacao-mineral/plano-nacional-de-mineracao-2030/pnm-2030>. Acessado em: 14/05/2015a.

RESPONSABILIDADE AUTORAL

"Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo apresentado neste trabalho, tanto quanto os resultados e conclusões sobre o mesmo".

QUANTITATIVE PARAMETERS OF FERTILIZER INDUSTRY, IMPACTS ENVIRONMENTAL AND PREVENTIVE ACTIONS

ASSUNÇÃO, Guilherme Purcina, gulhermep.assuncao@gmail.com[1]
BONFIM, João Henrique Borges, joaobbonfim@gmail.com[2]
SILVA, Daniele Aparecida Bueno, danielebueno10@hotmail.com[3]

[1]Graduating in Industrial Engineering - UFG / RC
[2]Graduating in Industrial Engineering - UFG / RC
[3]Graduating in Industrial Engineering - UFG / RC

Abstract. *During harvesting are removed some elements of the soil with fertilizers that replenish those elements that are missing. Once you have installed the fertilizer factories in Brazil, the mix of NPK was done, adapting fertilizer conditions of Brazilian soil. Mineral fertilizers are fast absorption made of nitrogen, phosphorus and potassium. They are mineral or organic, natural or synthetic substances that are intended to increase soil productivity using as sources the mining and petrochemicals.*

The manufacture of fertilizer is related by-products, these products are used to correct soil acidity. Thus, it has to be done a detailed study to not reach the water table. We must also be careful with the liquid and gaseous effluents and also in granulation facilities.

The environmental impact caused by fertilizers and the removal of its products are priority and comes with constant monitoring of industries and regulatory agencies. Due to no barriers on the import of fertilizers, it acted influential form part of the economic sector. The Brazil as agricultural production harness is as a major importer and exporter in agriculture thus requiring deep study with the theme.

Keywords: *Fertilizers , Impact, Environment, Nature , Effluents..*

CONTROLE SEM FIO POR DISPOSITIVOS MÓVEIS DE PRÓTESE BIÔNICA DE MÃO

Camargo, Lísias, lisiasccamargo@hotmail.com[1]
Stoppa, M. H., mhstoppa@pq.cnpq.br[2]
[1]*Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão*
[2]*NENA – Núcleo de Tecnologia Assistiva – Laboratório de Modelagem e Otimização – Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão*

Resumo: *Este artigo apresenta etapas da construção de um aplicativo para os Sistemas Operacionais Android e posteriormente iOS, com o intuito de enviar sinais de controle por meio de comunicação sem fio, a uma prótese de mão de baixo custo produzida em impressora 3D. O tráfego de dados de controle ocorre via Bluetooth entre dispositivo móvel e o hardware de controle da prótese. A prótese utilizada é dotada de cinco dedos, cada um destes, comandados por servomotores, em movimento de flexão e extensão, num total de 17 graus de liberdade. Por meio do dispositivo móvel, o usuário envia dados ao controlador, composto por uma placa Arduino e um shield Bluetooth, que interpreta-os e aciona os servomotores, produzindo o movimento dos dedos na prótese.*

Palavras-chave: *Tecnologia assistiva, Aplicativos, Sistemas embarcados móveis, Prótese de mão.*

1. INTRODUÇÃO

As redes sem fio mudaram a maneira como se manipula os dados virtuais. Observa-se que o seu surgimento não é novo, essa comunicação como aponta Tanenbaum (2003), surgiu em 1901 com contribuição do físico Italiano Guglielmo Marconi na Inglaterra, que demonstrou como funcionava um telégrafo sem fio através da transmissão de informações de um navio até o litoral no Canadá.

Posterior a esse período, em 1969, Kurose (2010) menciona o início de um projeto de Ciência de Computadores no ARPA (Advanced Research Projects Agency – Agência de Projetos de Pesquisa Avançada), liderado por J. C. R. Licklider e Lawrence Roberts, que foi considerado a primeira rede de computadores. Este projeto conectava quatro nós em rede e sua primeira utilização foi através de um *login* remoto entre o sistema da Universidade da Califórnia em Los Angeles e o Instituto de Pesquisas de Stanford, o que mais tarde permitiu o surgimento da Internet.

As contribuições de Marconi, Licklider e Roberts levaram à evolução da comunicação sem fio, possibilitando hoje que uma pessoa consiga se conectar a Internet em uma grande variedade de lugares e aparelhos utilizados.

A comunicação sem fio trouxe avanços em diversas áreas do conhecimento. Dentre elas pode-se citar a Tecnologia Assistiva (TA). O termo Assistive Technology, traduzido no Brasil como Tecnologia Assistiva, foi criado em 1988 como importante elemento jurídico dentro da legislação norte-americana conhecida como Public Law 100-407 e foi renovado em 1998 como Assistive Technology Act (Sartoretto, 2014).

A Tecnologia Assistiva, dentre outros aspectos, assume grande importância no contexto de desenvolvimento de próteses, facilitando a vida das pessoas que possuem algum tipo de deficiência motora. A deficiência, de modo geral, é marcada pela perda de uma das funções do ser humano, seja ela física, psicológica ou sensorial. (Schirmer *et al.*, 2007).

De acordo com Hunold *et al.* (2014) a TA é a área do conhecimento que envolve desenvolvimento de serviços e produtos com o objetivo fundamental de incluir a pessoa com deficiência na sociedade.

Imerso nos estudos sobre Tecnologia Assistiva, o objetivo do presente trabalho é demonstrar as etapas da criação de um aplicativo que será disponibilizado nas plataformas Android e iOS, para controle de uma prótese biônica de mão.

Como dispositivo de controle, é utilizada uma placa Arduino, que devido às suas características e funcionalidades, é peça chave na comunicação. O *hardware* por meio de comunicação sem fio, envia sinais de controle, via protocolos específicos, aos servomotores da prótese.

São apresentados os resultados parciais, as dificuldades encontradas durante a implementação e propostas de melhorias futuras.

2. Arduino

Para a realização deste trabalho é utilizada uma placa Arduino Uno, que atua como mediadora entre os comandos de dispositivo móvel e a prótese Biônica de mão.

O Arduino é uma pequena placa microcontrolada (ATMega) e porta de conexão USB (Universal Serial Bus) que permite a ligação

com um computador. Além disso, possui diversos outros terminais que permitem a conexão com dispositivos externos, como motores, relés, sensores luminosos, LEDs, alto-falantes dentre outros. (Monk, 2013).

De acordo com Bastos *et al.* (2010), o software da placa Arduino é baseado no Processing, sendo utilizada uma linguagem semelhante à linguagem de programação C, mas desenvolvida no MIT (Massachusetts Institute of Technology - Instituto de Tecnologia de Massachusetts).

Para McRoberts (2011) a maior vantagem do Arduino sobre outras plataformas de desenvolvimento de microcontroladores é a facilidade de sua utilização, onde o autor ressalta que pessoas que não são da área técnica podem, rapidamente, aprender o básico e criar seus próprios projetos em um intervalo de tempo relativamente curto.

Além disso, o software de programação é multiplataforma, o que significa que este pode ser executado tanto em Windows, Linux ou iOS.

Outro fato interessante do Arduino é que ele é um projeto gratuito. Margolis (2011) enfatiza que o *software* é *open source*, o que facilita a sua disseminação, um vez que, qualquer pessoa pode alterar sua estrutura e até mesmo sua programação. Uma grande vantagem está no custo de aquisição da placa, que é relativamente baixo, além de existir uma comunidade ativa *online* de apoio acessível em todo o mundo através dos fóruns de discussão. Assim, desenvolvedores e técnicos podem solucionar problemas de forma mais rápida e criar soluções acompanhando a realidade de projetos atuais.

A Fig. 1 exibe a placa Arduino Uno utilizada no controle da prótese biônica de mão.

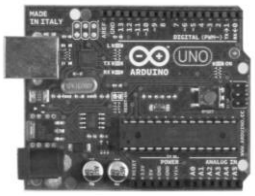


Figura 1 – Arduino Uno – (Margolis, 2011).

3. Padrões de Comunicação

Quando surgiram as redes de computadores não havia uma padronização para o compartilhamento de dados, Torres (2001) destaca que pelo fato de no início não ser possível realizar a comunicação entre redes de fabricantes distintos, a ISO (International Standars Organization) desenvolveu um Modelo para facilitar a conexão de sistemas de computadores.

A solução proposta pela ISO foi nomeada como OSI (Open Systems Interconnection) e seu intuito principal era que os fabricantes pudessem criar protocolos a partir desse modelo.

O modelo OSI foi proposto em 7 camadas com o objetivo de padronizar o envio e recebimento de informações, conforme ilustra a Fig. 2.

7	Aplicação
6	Apresentação
5	Sessão
4	Transporte
3	Rede
2	Link de Dados
1	Física

Figura 2 – O modelo OSI proposto pela ISO- (Torres, 2001).

Entre as comunicações que surgiram com o desenvolvimento e a padronização das redes de computadores propostas pela ISO, destacam-se as sem fio: Bluetooth, ZibBee e Infravermelho (Infra Red – IR). Santos *et al* (2012) descreveram o Bluetooth como sendo um protocolo de comunicação sem fio projetado para baixo consumo de energia e baixo alcance, com o propósito de eliminar as conexões físicas entre dispositivos de diferentes fabricantes. Em relação à tecnologia ZigBee, Brito *et al* (2009) apontam que esta foi desenvolvida pela ZigBee Alliance e objetiva um conceito de transmissão de dados para redes de sensores sem fio de curta distância. Já o infravermelho de acordo com Lucas (2015), é um tipo de radiação eletromagnética, tais como ondas de rádio, radiação ultravioleta, raios-X e micro-ondas. Este tipo de comunicação é muito encontrado em televisores, controles remotos e equipamentos eletrônicos.

Santos et al. (2012) realizaram uma pesquisa com os tipos de comunicação citados anteriormente, onde propuseram o desenvolvimento de um protótipo de veículo teleoperado por aplicativo móvel. A partir daí, os autores puderam comparar as Tecnologias sem fio Bluetooth, Zigbee e Infravermelho apontando algumas vantagens do Zibbee em relação às outras duas, onde ressalta-se a quantidade de dispositivos em rede, o alcance em metros e o monitoramento e controle de dados transmitidos. No entanto, os autores puderam concluir que a comunicação Bluetooth apresenta maior amplitude de aplicação, devido ao grande número de aparelhos no mercado que oferecem suporte a esta tecnologia, ressaltando que há uma carência de dispositivos móveis com Interface para

Zigbee e IR. Além disso, o IR tem a desvantagem de perda de dados diante de obstáculos físicos. Os dados da pesquisa de Santos *et al* (2012) são exibidos na Tab. 1.

Brito et al (2009) também destacaram que o Bluetooth possui taxa de transferência, capacidade de armazenamento e consumo de energia mais altos, já que visam aplicações em dispositivos pessoais com tamanhos maiores do que os utilizados pelas redes ZigBee.

Tabela 1 – Comparativo entre as tecnologias sem fio Zigbee, Bluetooth e Infravermelho (adaptado de Santos *et al* 2012)

	ZigBee	Bluetooth	IR
dispositivos em rede	~65.000	7	0
transmissão de dados (kbps)	250	1000	10
alcance (m)	100	10 - 100	5
características de aplicação	Monitoramento e controle	Transmissão de dados sem fio	Transmissão de dados sem fio
consumo (dias)	100 - 1000	1 - 7	100 - 1000

Diante do exposto optou-se pela utilização da tecnologia Bluetooth para controle da prótese biônica de mão, que se aponta como a melhor opção até o presente momento quando se trata da comunicação sem fio entre aplicações móveis e interface física.

Pode-se descrever a arquitetura da tecnologia Bluetooth, conforme afirma Priess *et al* (2003), onde a banda base da arquitetura é a camada física do Bluetooth, sendo responsável, entre outras funções, pela criação das piconets e dos enlaces. Os autores descrevem que uma rede composta de várias piconets representa uma scatternet, onde a piconet se refere a um conjunto de até oito integrantes ativos, e estes compartilham a mesma região de frequência. Um dos dispositivos assume o papel de mestre e os outros se comportam como escravos (Fig. 3).

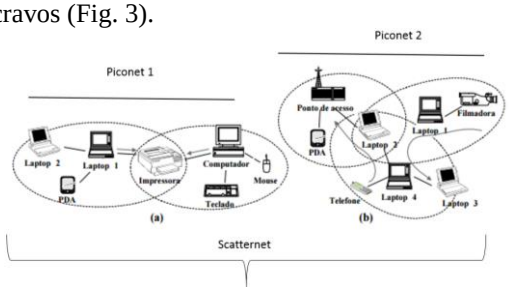


Figura 3: Exemplos de cenários de scatternets (Adaptado de Pires *et al*, 2004).

4. Próteses de Mão

O uso de próteses não é novo, desde a antiguidade, de acordo com Hunold *et al*. (2014), elas vêm sendo utilizadas na tentativa de dar aos indivíduos que não têm um ou mais membros, uma melhor aparência e ajudar em algumas tarefas do dia a dia. Os egípcios foram os pioneiros no uso de tecnologia de próteses, sendo que os membros protéticos eram feitos de fibras, e tinham uma função mais psicológica do que estética.

O que se percebe é que o uso de próteses apresenta uma tendência de aumento nos próximos anos, pois de acordo com Dellon e Matsuoka (2007) na década de 1950, apenas 4,9% da população atingia a idade de 65 anos. Em 2007 quase 20% tinha mais de 65% e este cenário está previsto para ser superior a 35 % em 2050, assim a assistência por dispositivos robóticos para suprir as necessidades destas pessoas, tende a ser maior nos próximos anos. Com essa demanda, projetistas de robótica buscam adequar a realidade dos indivíduos com necessidades especiais.

Weir (2004) aponta que, com o tempo as próteses passaram por mudanças, mas o desafio é criar meios que possibilitem que as mesmas estejam acessíveis e disponíveis a uma grande quantidade de pessoas. Mesmo com essa preocupação e com o surgimento dessa grande demanda, nota-se que, comercialmente, existe disponibilização de próteses funcionais, mas com alto custo. Como exemplo, na Escócia foi desenvolvida pela companhia Touch Bionics, uma prótese biônica de mão chamada I-Limb®. Esta prótese possui, em sua estrutura, motores que permitem a mão dobrar as articulações de cada dedo, e também voltar a posição normal depois de um tempo de inatividade (Fig. 4).

Figura 4 – Prótese I-Limb (Disponível em touchbionics.com)

A empresa disponibiliza também um aplicativo móvel denominado Biosim® para controle de sinais via celular iPhone®. Contudo, o que se observa é o alto custo para aquisição da prótese, dificultando a obtenção desta pela maioria da população. Segundo George Webster (2013) da CNN, incluindo a instalação e treinamento, a prótese I-Limb® custa hoje em torno de US$ 100.000.

5. Experimento

Com o intuito de viabilizar o acesso a próteses biônicas de mão, este trabalho aponta resultados de pesquisas que envolvem a criação de próteses de

baixo custo. Primeiramente, foi construída uma prótese de mão em uma impressora modelo Cubex, da 3D Systems (Fig. 4), utilizando material polímero PLA. A movimentação dos dedos é realizada por meio de um par de cabos (um para flexão e outro para extensão) acionados por cinco servomotores de alto torque (12,5kg/cm) tipo MG946R da TowardPro. Estes servos recebem sinais de controle de um aplicativo móvel via Bluetooth. Cada um destes é responsável pelos movimentos de um dedo específico.

Figura 4 – Impressora 3d Cubex.

Foi desenvolvido um aplicativo para o dispositivo móvel para gerenciar os sinais de controle enviado à prótese. Para a construção desse aplicativo foi necessário utilizar uma plataforma SDK (Software Development kit), denominada Eclipse, específica para desenvolvimento de aplicativos Android,.

Lecheta (2013) descreve que o Android é uma nova plataforma de desenvolvimento para aplicativos móveis, baseada em um sistema operacional Linux, com diversas aplicações já instaladas, e ainda, um ambiente de desenvolvimento bastante poderoso, ousado e flexível.

A linguagem Java é utilizada na implementação do aplicativo em sistema Android por possuir recursos disponíveis em multiplataformas, atendendo eficientemente a dispositivos móveis.

O componente de *hardware* usado para possibilitar a comunicação sem fios é um módulo Bluetooth HC-06 (Fig. 6), conectado à placa Arduino para mediar a comunicação entre o dispositivo móvel e a prótese de mão.

Figura 5 – Módulo Bluetooth HC-06 utilizado.

A linguagem de programação Java possibilita o desenvolvimento de recursos acessíveis por módulo Bluetooth, utilizados para permitir o envio de sinais para placa HC-06, por meio das seguintes bibliotecas: BluetoothAdapter, BluetoothDevice e BluetoothSocket.

Santos *et al* (2012) explicam que o BluetoothAdapter representa em linguagem de programação o dispositivo físico no qual a aplicação está rodando e o BluetoothDevice representa o dispositivo com o qual a aplicação deseja enviar sinais. Já o BluetoothSocket permite abrir uma conexão com dispositivos, possibilitando o início da comunicação para o envio de sinais.

Após a implementação em Java, foi acoplado ao Arduino um circuito eletrônico simplificado, composto por um LED (diodo emissor de luz) e um resistor. Isto foi utilizado para testar a abertura da comunicação com a placa via Bluetooth por interface de dispositivo móvel. Na sequência, o próximo passo foi implementar um protótipo de tela em Java com dois botões que enviassem como sinal os caracteres ‘A’ ou ‘B’ – (Fig. 6).

Os botões implementados permitiam acender e apagar um LED. Como consequência da verificação de conexão de abertura da porta de comunicação, foi possível acoplar e controlar, simultaneamente um servomotor teste de 5,5V, e adicionar uma Barra de Progresso para envio de rotação ao Motor.

Figura 6 – Interface do Aplicativo e Prótese Utilizada no Experimento.

No caso do servomotor, o botão no aplicativo enviava os sinais de modo análogo ao caso dos primeiros botões, com a diferença de que neste caso específico, foram ajustados os ângulos de giro do servo, através dos sinais enviados.

Os passos de comunicação estão exibidos no fluxograma da Fig. 7.

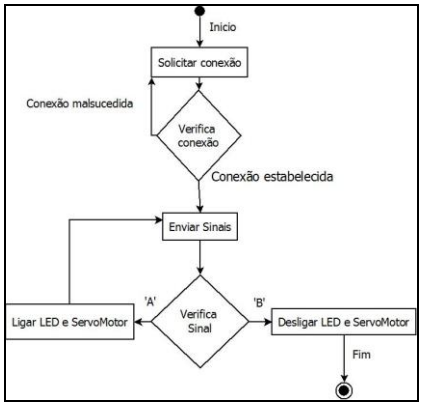


Figura 07 – Passos da Comunicação.

A Fig. 8 exibe a prótese utilizada e todo aparato de controle sem fio para os movimentos dos dedos conforme descrito anteriormente.

Figura 8 – Prótese e demais componentes utilizados no Experimento.

6. RESULTADOS E CONCLUSÕES

A conexão via Bluetooth, Arduino e Dispositivo Móvel apresentou resultado satisfatório no que diz respeito a comunicação entre Interface física Móvel e a Placa Arduino.

Com a utilização dos recursos BluetoothAdapter, BluetoothDevice e BluetoothSocket, foi possível capturar o endereço físico da placa Bluetooth HC-06, e assim utilizar este endereço para a Interface do aplicativo, o que permitiu o envio de sinais para a prótese.

Uma dificuldade encontrada durante a pesquisa foi a realização de carregamento e compilação do código do software Processing para a placa Arduino. Ao usar os pinos 0 e 1 no Arduino para conexão dos terminais RX e TX da placa HC-06, o código não era compilado. Para resolver este problema, foram definidas as portas 10 e 11 do Arduino para conexão com a placa Bluetooth. Assim foi possível liberar o carregamento do código.

Os testes realizados sugerem que o modelo desenvolvido apresenta características suficientes para a comunicação dos sistemas embarcados em dispositivos móveis para o controle de próteses Biônicas de mão.

O próximo passo da pesquisa é implementar os mesmos recursos na linguagem Swift que permita ao usuário o controle de movimento por envio de sinais através de comandos de voz.

De acordo com a Apple, o Swift é uma nova linguagem de programação intuitiva, desenvolvida pela empresa para a criação de aplicativos para dispositivos com iOS e MacOS.

Novas implementações serão propostas com o objetivo de desenvolver barras de progresso em Interface do aplicativo móvel para controle de dedos da prótese, possibilitando a implementação de uma aplicação para as plataformas, Android e iOS, de modo a controlar de maneira eficaz os movimentos da prótese de mão.

REFERÊNCIAS

ANDREW S. TANENBAUM, Redes de computadores 4. ed.. Vrije Universiteit Amsterdam, Holanda Tradução: Vandenberg D. de Souza .Editora Campus 2003.

BASTOS, B.; BORGES, M.; ABREU, J. - Scratch, arduino e o construcionismo: ferramentas para a educação. I STED – seminário de tecnologia educacional de araucária “Desafios e possibilidades para tecnologia educacional”, junho de 2010.

BRITO, A.; OLIVEIRA, G.; CAETANO, L.. Uma Análise da Implementação ZigBee pela Tecnologia Sun SPOT. XXIX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, 2009, Bento Gonçalves. XXIX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Porto Alegre : Sociedade Brasileira de Computação, 2009. v. 1.

DELLON, B.; MATUSUOKA, Y.. Exoskeletons, and Rehabilitation. IEEE Robotics & Automation, Magazine Prosthetics, MARCH 2007 – p. 1

GABRIEL T., Redes de Computadores Curso Completo – Rio de Janeiro, 2001. Axcel Bocks do Brasil Editora Ltda.

GEORGE , W.. The bionic hand with the human touch. Disponível em: http://edition.cnn.com/2013/02/01/tech/bionic-hand-ilimb-prosthetic/ Acesso em 08/05/2015.

IEEE 802.15 WPAN TASK GROUP 1 (TG1) Disponível em http://www.ieee802.org/15/pub/TG1.html, Acesso em 10/05/2015.

LUCAS, What Is a Infrared, Disponível em http://www.livescience.com/50260-infrared-radiation.html, live science. Acesso em 16/05/2015.

LECHETA, R. Google Android: aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK, 3. ed. São Paulo Novatec Editora, 2013.

M. HUNOLD; V. LIMA; Y CASTRO, C. AUGUSTO; F. R. YOSHIMURA; J. S. MATIAS, M. RODRIGUES; M. E. KUNKEL. Protótipo de prótese de mão robótica de lego controlada por sistema android para bi-amputado. XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica – CBEB 2014.

MARGOLIS, M.. Arduino Cook-book, Editora O'Reilly Media, Inc. 2011.

MCROBERTS, M.. ARDUINO BÁSICO; tradução: Rafael Zanolli, São Paulo: Novatec Editora, 2011.

Nova Linguagem Swift, Disponível em www.apple.com/br/swift. Acesso em 02/05/2015.

PRIESS, W.; REZENDE, J.; PIRMEZ, L.; CARMO, L.. Um Mecanismo de Escalonamento Parametrizavel para Scatternets Bluetooth. XXI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, 2003.

RICHARD F. FF. WEIR. Design of artificial arms and hands for prosthetic applications, Disponível em Digital Engineering Library, McGraw Hill 2004.

SANTOS, D.; OLIVEIRA, A.; MARQUES V., SILVA, J.; RODRIGUES, T.; MENEZES, J., Controle de sistemas embarcados por sistema operacional móvel android via bluetooth, VII CONEEPI – Congresso Norte e Nordeste de Pesquisa e Inovação, 2012.

SARTORETTO, M.; BERSCH, R.. O que é Tecnologia Assistiva. Disponível em http://www.assistiva.com.br/tassistiva.html. Acesso em 15/05/2015.

SCHIRMER, C.; BROWNING, N.; BERSCH, R.; MACHADO, R.. Seesp / seed / mec brasília/df (2007) – Atendimento Educacional Especializado, Deficiência física. Disponível em http:// http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/aee_df.pdf, Acesso em 30/04/2015.

SIMON M., Programação com Arduino: começando com Sketches 1. ed.; tradução: Anatólio Laschuk. – Porto Alegre: Bookman, 2013.

COMMANDS WIRELESSLY TO MOBILE IN PROSTHETICS HAND BIONICS

Camargo, Lísias, lisiasccamargo@hotmail.com[1]
Stoppa, M. H., mhstoppa@pq.cnpq.br[2]
[1]Federal University of Goiás – Regional Catalão
[2]NENA – Assistive Technology Center – Modeling and Optimization Laboratory – Federal University of Goiás - Regional Catalão

***Abstract**. This article presents the application construction stages for Android and iOS operating systems later, those send signals of control a low-cost hand prosthesis produced 3D printer. The control data traffic takes place via Bluetooth between the mobile device and prosthesis control hardware. The used prosthesis is equipped with five fingers, each of which, controlled by servomotors in flexion and extension movements, a total of 17 degress of freedom. Through the mobile device, the user sends data to the controller, composed of an Arduino Shield and Bluetooth card. Who plays this and triggers the servomotors, producing the movement of the fingers on the prosthesis.*

Keywords: Assistive Technology, Applications, Embedded Systems Mobile, hand prosthesis.

REVISÃO DE HEURÍSTICAS PARA MINIMIZAÇÃO DO TEMPO DE FLUXO EM SISTEMAS *FLOW SHOP* COM TEMPOS DE *SETUP*

Mesquita, Fernanda Neiva, nandi_mesquita@hotmail.com[1]
Fuchigami, Hélio Yochihiro, heliofuchigami@yahoo.com.br[2]

[1]*Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão*
[2]*Universidade Federal de Goiás – Aparecida de Goiânia*

Resumo: *Este trabalho aborda sobre problemas de programação em flow shop para minimização do tempo de fluxo (flow time) com tempos de setup dependente ou independente da sequencia das tarefas, cujo método de solução são as heurísticas. Foram analisados artigos que tratam do tema, observando características em comuns e/ou predominantes, possíveis lacunas e potenciais de pesquisa. O estudo mostra a predominância da soma dos tempos de fluxo das tarefas, dentre as variações possíveis para as medidas de desempenho relacionadas ao fluxo de produção, e também a maior quantidade de trabalhos abordando problemas com duas máquinas.*

Palavras-chave: *flow shop, tempos de setup, flow time, heurística.*

---

1. INTRODUÇÃO

O mercado busca por produtos que atendam algumas características como o preço, a qualidade e também o prazo de entrega. Desta forma, a gestão da produção tem papel de gerenciar os recursos por meio de uma produção mais enxuta, com vistas ao atendimento destes clientes de forma eficiente, para fidelizar e atrair cada vez mais consumidores. Dessa maneira, geralmente, o número de programações possíveis cresce rapidamente à medida que o número de atividades e processos aumenta (CORRÊA e CORRÊA, 2005).

Quanto a metodologia dessa pesquisa, trata-se de uma pesquisa bibliográfica que de acordo com Vergara (1998), são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar uma visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato. Este tipo de pesquisa é realizado especialmente quando o tema escolhido é pouco explorado e torna-se difícil sobre ele formular hipóteses precisas e operacionalizáveis.

O trabalho se propõe a analisar ambientes de produção do tipo *flow shop*, caracterizado pelo fato dos materiais e peças se deslocarem na fábrica com rotas constante e com alto grau de automação, capazes de produzir um restrito grupo de produtos em grandes quantidades e a baixos custos.

Um gasto despendido, que será considerado na pesquisa, é a preparação das máquinas são os tempos de *setup*, que constituem os tempos reservado na preparação das máquinas que receberão as tarefas. Quando o *setup* depende apenas da tarefa que espera por processamento, é considerado independente, e quando o *setup* também depende da tarefa que foi processada anteriormente na máquina, é considerado dependente.

A medida de desempenho a ser minimizada é o tempo de fluxo (*flow time*) que equivale ao tempo que uma tarefa gasta desde o instante em que está liberada até o final do seu processamento, ou seja, é o tempo que uma tarefa permanece na máquina.

Um problema de produção é denotado na literatura específica por meio de uma notação matemática de três campos. Pinedo (2012) organiza esses parâmetros em um trio α|β|γ que auxilia a classificação de um problema de sequenciamento. Esses campos determinam o problema, descrevendo "α" como o ambiente de produção com o número de máquinas ou estágios, β fornecendo detalhes das limitações dos recursos e tarefas, e γ que contém o objetivo a ser melhorado, ou seja, a medida de desempenho.

De acordo com essa conhecida notação de três campos, o problema pode ser representado pelas seguintes formas: $F|s_{jk}|\sum F_j$, $F|s_{ijk}|\sum F_j$, $F|s_{jk}|\bar{F}$, $F|s_{ijk}|\bar{F}$, $F|s_{jk}|\sum \alpha F_j$ *ou* $F|s_{ijk}|\sum \alpha F_j$ onde "F" representa o ambiente de produção em *flow shop*, as restrições do problema denotado pelo "s_{jk}" que é a presença de tempos de *setup* independentes da sequência e "s_{ijk}" que é a presença de tempos de *setup* dependentes da sequência. O campo "$\sum F_j$, $\bar{F}$, $\sum \alpha F_j$" define a medida de desempenho considerada, ou seja, tempo de fluxo "*flow time*".

Uma observação importante é que outras restrições, além dos tempos de *setup*, foram citadas à medida que nos artigos pesquisados os autores considerassem nos problemas.

Restringiu se a revisão bibliográfica por métodos de solução heurísticos, pois buscam critérios racionais, com fácil implementação, não exigindo altos níveis computacionais, onde se chega numa solução viável pelo menos próxima da ótima com tempos de computação aceitável.

Assim o presente estudo se propõe a realizar uma analise da literatura, buscando as características comuns e/ou predominantes, as lacunas para futuras pesquisas e potenciais áreas ainda pouco exploradas. Tratando de artigo de minimização do *flow time* (médio, total ou ponderado), de um fluxo das tarefas nas máquinas em *flow shop*, com presença de *setup* dependente ou independente, que utilizaram heurísticas como método de resolução.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Nesta pesquisa, foi realizada uma busca nas bases de dados de periódicos científicos utilizando se das seguintes palavras chaves: *flow shop*, *flow time* e *setup*. Delimitando posteriormente aos problemas de *flow shop* com tempos de *setup* dependente ou independente com minimização do *flow time*, além disso, restringindo ainda a métodos heurísticos. É importante ressaltar que foram citados todos os artigos encontrados até o momento, naturalmente podendo não contemplar alguns artigos existentes na literatura.

Foram encontrados na pesquisa artigos de revisão bibliográfica, mas que não contemplava a restrição de tempos de *setup*. Com o artigo de Pan e Ruiz (2013) no qual abrange uma revisão e evolução computacional, assim como realiza uma avaliação estatística de 22 heurísticas existentes. Para a compreensão obteve assim uma detalhada comparação de cinco novas heurísticas aplicando a técnica da ANOVA. A comparação dos resultados identifica os melhores métodos existentes e mostra que cinco novas heurísticas presentes são competitivas, ou possuem melhor performance que alguns problema de *flow shop* permutacional com *flow time* da literatura.

Outra revisão recente do tema, sem considerar os tempos de *setup*, foi desenvolvida por Fernandez-Viagas e Framinan (2015), propuseram uma nova heurística de complexidade n^2m para o problema de *flow shop* permutacional com minimização do *flow time*, obtiveram melhores resultados que a heurística LR proposta por Liu e Reeves (2001). Os autores replicaram a heurística LR obtendo uma nova a partir de 17 heurísticas eficientes para o problema, com 15 delas incorporando propostas dos autores. E também discutiram algumas questões relativas à evolução das heurísticas eficientes para o problema e propuseram indicadores alternativos.

O problema mais antigo encontrado foi o de Rajendran e Ziegler (1997) , que tratam de *setup* dependente das tarefas e propõe uma nova heurística para minimizar o *flow time* ponderado. Os autores Aldowaisan e Allahverdi (1998) associam ao problema a restrição de sem espera entre as operações das tarefas e *setup* dependente para duas máquinas. Posteriormente, Allahverdi (2000) descreve diferentes classes de tarefas com *setup* independe resolvendo com heurísticas e comparando com o método ótimo de *Branch-and-bound.*

No ano posterior Aldowaisan (2001) baseado no artigo de Aldowaisan e Allahverdi (1998) aplicaram uma nova heurística ao problema tratado. Allahverdi e Aldowaison (2001) criaram heurísticas com satisfatórias demonstrações de experiências computacionais utilizando o conceito de repetição de inserção no algoritmo.

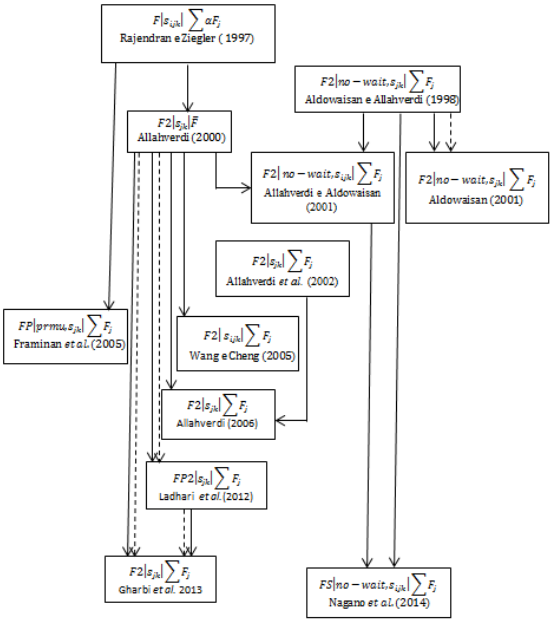
Posteriormente Allahverdi *et al.* 2002 utilizaram uma distribuição livre de tempos de *setup* para calcular o limite inferior e superior. Framinan *et al.* (2005), propuseram uma comparação e classificação das heurísticas existentes e depois criaram duas novas heurísticas para o problema de *flow shop* permutacional**.** Allahverdi (2006) realiza experimentos computacionais mostrando a relação de dominação desenvolvida no problema, e uma forma de como reduzir-la.

Pesquisaram Wang e Cheng (2005) o problema de *flow shop* com duas máquinas propondo heurísticas e comparando resultados com o método de *Branch-and-bound*. Ladhari *et al.* (2012) estudaram uma nova regra de prioridade para varias heurísticas construtivas e comparou os resultados com o algoritmo genético de busca local Gharbi *et al.* (2013) criaram *loweres bound* para minimização do tempo total de fluxo baseado na relaxação lagrangeana.

Enquanto Nagano *et al.* (2014) desenvolveram várias heurísticas com restrição de sem espera entre as operações das tarefas com tempos de *setup* dependente.

3. ANALISE DA LITERATURA

A fig. 1 apresenta a organização dos trabalhos revisados em ordem cronológica e a relação existente entre eles. As setas com linhas cheias indicam quando um trabalho serviu como base para o desenvolvimento de outro e as setas tracejadas, quando um artigo comparou o seu método com outro para avaliar o resultado.



Legenda

no- wait: programação sem tempo de espera entre as operações das tarefas.
prmu: a solução deve ser uma programação permutacional.
α: peso

Figura 1: Representação em ordem cronológicas dos artigos de *flow shop*, com tempos de *setup* dependente ou independente e minimização do *flow time.*

Tabela 1: Descrição dos artigos citados na Fig. 1 e seus respectivos métodos de solução.

Autores/Ano	Notação	Método de Resolução
Rajendran e Ziegler (1997)	$F\|s_{ij}\|\sum \alpha F_j$	Heurística
Aldowaisan e Allahverdi (1998)	$F2\|no-wait,s_{ij}\|\sum F_j$	Heurística
Allahverdi (2000)	$F2\|s_j\|\bar{F}$	Heurística/ *Branch-and-bound*
Aldowaisan (2001)	$F2\|no-wait,s_j\|\sum F_j$	Heurística
Allahverdi e Aldowaisan (2001)	$F2\|no-wait,s_{ijk}\|\sum F_j$	Heurística
Allahverdi *et al.* (2002)	$F2\|s_{jk}\|\sum F_j$	Heurística
Allahverdi (2006)	$F2\|s_{jk}\|\sum F_j$	Heurística
Wang e Cheng (2005)	$F2\|s_{ij}\|\sum F_j$	Heurística/ *Branch-and-bound*
Framinan *et al.*(2005)	$FP\|prmu,s_j\|\sum F_j$	Heurística
Ladhari et al. (2012)	$FP2\|s_{jk}\|\sum F_j$	Heurísticas/ Algoritmo genético de busca local
Gharbi et al. (2013)	$F2\|s_{jk}\|\sum F_j$	Heurística/ Relaxação Lagrangea
Nagano *et al.*(2014)	$F\|no-wait,s_{ij}\|\sum F_j$	Heurística

Analisando os dados encontrados na Fig. 1, o estudo mostra uma característica comum, que é a predominância da soma dos tempos de fluxo das tarefas, dentre as variações possíveis para as medidas de desempenho relacionadas ao fluxo de produção, e também a maior quantidade de trabalhos abordando problemas com duas máquinas. Não se encontrou trabalhos que compararem as heurísticas com outro método ótimo, além do *Branch-and-bound*.

O artigo de Allahverdi (2000) foi o que mais serviu como base para o desenvolvimento de mais artigos e também o que outros autores mais compararam o seu método para avaliar seus resultados.

Um potencial de pesquisa nesse campo seria considerar novas restrições realísticas aos problemas, ou mesmo propor novas heurísticas comparando as já existentes.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode se perceber um baixo número de artigos que tratam de *flow shop* com tempos de *setup* tanto dependente como independe. E que utilizam como medida de desempenho para minimizar o problema as heurísticas.

Esta revisão descreveu a evolução do problema tratado, organizando a literatura de forma visual, realizando uma analise das publicações e esquematizando os artigos em forma de árvore.

REFERÊNCIAS

ALDOWAISAN T. A. & ALLAHVERDI A. 1998 Total fow time in no-wait flow shops with separated setup times. *Computers and Operations Research*.

ALDOWAISAN A. 2001 Minimizing mean flow time in a two-machine flow shop with sequence-independent setup times *JOplRes Soc* 49: 1001-1006.

ALLAHVERDI A. 2000 A new heuristic and dominance relations for no-wait flow shops with setups minimizing mean flow time in a two-machine flow shop with sequence independent setup times. *Computers & Operations Research*.

ALLAHVERDI A. & ALDOWAISAN T. 2001 Minimizing total completion time in a no-wait flowshop with sequence-dependent additive changeover times. *J Oper Res Soc* ;52:449–62

ALLAHVERDI A., ALDOWAISAN T. & SOTSKOV Y. N. 2002 Two-machine flowshop scheduling problem to minimize makespan or total completion time with random and bounded setup times. *The International Journal of Management Science*.

ALLAHVERDI A. 2006 Two-machine flowshop scheduling problem to minimize total completion

time with bounded setup and processing times. *The International Journal of Management Science*.
CORRÊA, H. L. & CORRÊA, C. A. 2005 Administração da produção e de operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. Edição compacta. São Paulo: *Atlas.*
FERNANDEZ-VIAGAS V. & FRAMINAN J. M. 2015 A new set of high-performing heuristics to minimise flowtime in permutation flowshops. *International Journal of Production Research* .
FRAMINAN J. M, LEISTEN R & RAJENDRAN C. 2005 Comparison of heuristics for fowtime minimisation in permutation fowshops. *Int J Prod Res.*
GHARBI A., LADHARI T., MSAKNI M.K. & SERAIRI M. 2013, The two-machine flowshop scheduling problem with sequence-independent setup times: New lower bounding strategies, in: *Proceedings of the International Symposium on Combinatorial Optimization*, Electronic Notes in Discrete Mathematics,
LADHARI T, MSAKNI M.K. & ALLAHVERDI A. 2012 Minimizing the total completion time in a two-machine flowshop with sequence-independent setup times, *Journal of the Operational Research Society.*
LIU J.Y., REEVE C.R. 2001 Constructive and composite heuristic solutions to the P// SCi scheduling problem. *European Journal of Operational Research* 132(2):439–52.
NAGANO, M.S., MIYATA, H.H. & ARAUJO, D.C. 2014 A constructive heuristic for total flowtime minimization in a no-wait flowshop with sequence dependent setup times. *Journal of Manufacturing Systems.*
PAN Q. K & RUIZ R. 2013 A comprehensive review and evaluation of permutation flowshop heuristics to minimize flowtime *Computers & Industrial Engineering.*
PINEDO, M. L. 2012 Scheduling: Theory, Algorithms, and Systems. New York: *Springer.*
RAJENDRAN, C. & ZIEGLER H. 1997 Heuristic for scheduling to minimize the sum of weighted flow time of jobs in a flow shop with sequence-dependent setup times of jobs. *Production Planning and Control (in press).*
VERGARA, S. C. 1998 Projeto e relatórios de pesquisa em administração. São Paulo: *Atlas*.
WANG A. X. & CHENG T. C. E. 2005 Two-machine flow shop scheduling with job class setups to minimize total flow time, *Computers & Operations Research*.

REVIEW HEURISTICS TO FLOW TIME MINIMIZE SYSTEMS FLOW SHOP WITH TIMES SETUP

Mesquita, Fernanda Neiva, nandi_mesquita@hotmail.com[1]
Fuchigami, Hélio Yochihiro, heliofuchigami@yahoo.com.br[2]

[1]*Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão*
[2]*Universidade Federal de Goiás – Aparecida de Goiânia*

Abstract. *This paper focuses on programming problems in shop flow to minimize the flow of time with setup times dependent or independent of the sequence of tasks, whose solution method are the heuristics. Articles were analyzed on the same matter, observing characteristics in common and / or predominant, possible gaps and potential for research. The study shows the prevalence of the sum of the tasks flow times, among the possible variations for the performance measures related to the production flow, and also the largest number of works addressing problems with two machines.*

Keywords: *flow shop, setup times, flow time, heuristic*

UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE VEÍCULOS COM MOTORES A COMBUSTÃO E HÍBRIDOS SOBRE EMISSÃO DE GASES NOCIVOS

Bernardes Júnior, E., edsonbernardesjr@gmail.com[1]
Stoppa, M. H., mhstoppa@pq.cnpq.br[2]

[1] *Mestrado em Gestão Organizacional - Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão*
[2] *Matemática Industrial - Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão*

Resumo: *Há uma preocupação mundial, a respeito da redução dos níveis de emissões de gases nocivos à atmosfera. Como alternativa, no contexto do setor de transporte, figuram os veículos híbridos. Entretanto sua produção em larga escala é um desafio para a indústria automobilística, devido a diversos fatores, comparativamente aos processos de produção de veículos de motores a combustão. Com o intuito de comparar os veículos híbridos presentes atualmente no mercado brasileiro, a veículos similares com motores à combustão, com respeito à emissão de gases nocivos na atmosfera, tais como NMHC, CO, NOX e* CO_2*, a partir de dados do INMETRO, são exibidos os resultados para situação simulada de emissão destes gases durante a vida útil de cada veículo.*

Palavras-chave: *Gases Nocivos, Tecnologia limpa, Veículos Híbridos*

INTRODUÇÃO

O conceito de desenvolvimento sustentável é recente. Surgido na década de 70, ele aparece nos relatórios da *International Union for Conservation of Nature* (União Internacional para a Conservação da Natureza), sendo posteriormente popularizado pelo chamado Relatório Brundtland, também conhecido como Nosso Futuro Comum, de 1987 (STAHEL, 1994). Aplicado pela CNMAD (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1988), o conceito de desenvolvimento sustentável é aquele que acontece quando se consegue satisfazer as necessidades populacionais atuais, sem que isto atrapalhe que gerações futuras consigam atender as suas.

Essa preocupação surge em sentido contrário à da ideia de que os recursos naturais são infinitos; e se apresenta contextualizada em um momento de crescimento desenfreado da população mundial sem uma maior conscientização dos impactos ambientais que poderiam ocorrer.

Isto é reafirmado por Nicoletto (2008), onde acredita que a abundância relativa de recursos permitiu que os riscos produzidos pela sociedade ficassem num plano inferior, justificando assim a exploração inconsciente aliada ao desinteresse em desenvolver tecnologias limpas que pudessem atenuar os impactos ambientais .

O conceito de tecnologia limpa foi desenvolvido pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), em 1989. Conforme afirma Furtado (1997), é o ato de uma organização repensar e reorientar seu processo produtivo atrelando a este, práticas mais eficientes e menos impactantes ao meio ambiente.

Para tanto, esta pesquisa parte da hipótese de que os veículos híbridos são menos poluentes, quando comparados aos que possuem apenas o motor à combustão. O fato de utilizar somente estes dois tipos de motorização, se deve por ambos estarem sendo comercializados no Brasil e constarem, no Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), do INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia). O PBE apresenta dados sobre emissões de gases nocivos à atmosfera, especificamente, NMHC, CO, NOX e CO_2, medidos em g/km e os classifica segundo um ranking representado por número de estrelas (ilustrado pelo símbolo *) e quantificado de uma a três, sendo que o menor valor corresponde ao mais poluente.

No entanto, dentre a gama de veículos constantes, apenas as marcas Ford e Toyota dispõem de modelos comerciais em ambos os tipos de motorização, ou com versões equivalentes nos quesitos de potência de motor e preços aplicados na tabela de custos de manutenção. Assim, são considerados: Fusion Titanium Plus Hybrid e Fusion Titanium Plus 2.0 EcoBoost AWD, para a primeira marca e o Corolla Altis e o Prius, para a segunda.

Neste contexto, este trabalho busca estabelecer paralelos comparativos de impactos ambientais, entre dois tipos veiculares presentes no modal rodoviário, que por sua vez é identificado, no Brasil, como o principal meio de movimentação de cargas, sendo que seu custo representa cerca de

12,75% do PIB nacional (FIGUEIREDO, FLEURY E WANKE, 2006).

1. Logística de transporte nacional

Fleury, *et al* (2000) concordam com Bowersox, Closs e Stank (1999), quando afirmam a relevância do transporte dentro da logística das empresas e que tal pode ser medida por meio de, pelo menos, três indicadores financeiros: custo, faturamento e lucro. Além de representar, em média, 64% dos custos logísticos, 4,3% do faturamento, e em alguns casos, mais que o dobro do lucro. Lima (2003), ainda complementa dizendo que diversos estudos e pesquisas mostram que em nações com razoável grau de industrialização, os gastos com transporte oscilam em torno de 6% do PIB.

Uma boa rede logística necessita de mecanismos que possam programar maior flexibilidade e agilidade ao atender aos clientes, com o menor custo possível, gerando maior competitividade para a empresa. Conforme Nazário (2012), os cinco modais básicos são o ferroviário, o rodoviário, o aquaviário, o dutoviário e o aéreo e a correspondente importância de cada um é medida em termos de quilometragem do sistema, volume e natureza de composição do tráfego.

Especificamente, este trabalho trata exclusivamente do modal rodoviário e busca dados sobre melhorias, que justifiquem uma substituição de veículos a combustão por híbridos. Para isto, são estabelecidos comparativos de impactos ambientais para os dois tipos de motorização.

2. Veículo a combustão e o híbrido

Queiroz (2006) afirma que, a substituição total da frota brasileira por outra composta por veículos híbridos, resultaria em uma redução de 80% na poluição veicular, além de uma economia de R$ 415 trilhões em combustíveis, 14 trilhões em créditos de carbono e 118 milhões em saúde. Afirma ainda, que existem claras vantagens quantitativas do automóvel híbrido em relação ao convencional, pois o mesmo polui 80% menos, além de economizar 50% mais combustível. Não obstante, Miraglia (2005) complementa dizendo que haveria uma grande economia nos gastos com a saúde pública.

Moreira *et al* (2009) concordam quando afirmam que os veículos híbridos funcionam com um motor de combustão interna, capaz de converter energia mecânica em eletricidade, a qual é estocada em um banco de baterias até que o motor elétrico entre em funcionamento, economizando energia tornando o movimento mais eficiente, usando menos combustível e produzindo menos poluentes.

Ainda segundo Queiroz (2006), a economia se dá ao ponto de existir um trabalho sinérgico do motor a combustão com o elétrico, aproveitando 50% a mais da energia que seria desperdiçada, comparado a veículos exclusivamente a combustão. Nos motores convencionais, apenas 12,5% da energia que entra no sistema são utilizadas para o fim de movimentação, sendo o restante desperdiçado. Esta ineficiência energética é exibida na Fig. 1.

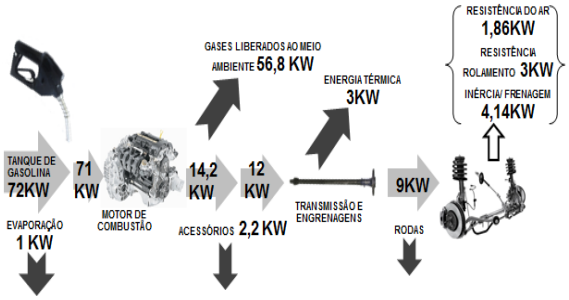


Figura 1 – Perda energética veículo convencional
Fonte –Adaptado ABVE, 2006

A Associação Brasileira do Veículo Elétrico - ABVE (2006) atesta que deste valor energético final, cerca de 5,8%, ainda são perdidos na frenagem. Isto significa dizer que a cada R$ 100,00 gastos com abastecimento, apenas R$ 12,50 são efetivamente usados para a movimentação necessária, obtidos pela relação 9/72, isto é 12,5%.

A revista do Centro de Experimentação e Segurança Viária - CESVI (2011), em artigo intitulado de "Veículos Elétricos, em uma década, três em cada dez carros serão movidos à eletricidade. O que isso muda em sua vida?", descreve diversas vantagens no uso de veículos com sistema híbrido de alimentação, tais como: aproveitamento energético mais eficaz, pois, em torno de 90% da energia que entra no sistema é transformada em força motriz; maior durabilidade e menor custo de manutenção; não consome energia quando está parado no trânsito, o veículo convencional mantém o motor ligado, mesmo parado; elevado torque de partida, nos motores a combustão há uma perda de 20%, devido ao sistema de embreagem e câmbio; e redução de tarifas (IPVA e licenciamento). A respeito do último item, na cidade de São Paulo, por exemplo, 50% da arrecadação são municipais, portanto o veículo licenciado ali pagará apenas metade do imposto e poderá ainda ficar fora do rodízio (VE, 2015).

Queiroz (2006) também informa que os veículos híbridos no Brasil são cerca de 20% mais caros que os equivalentes com motor a combustão e existe um perfil diferencial do usuário deste tipo de veículo. Conforme pesquisa realizada pela revista Hybridcars (2006), as principais características dos

compradores de veículos híbridos, são: possuem elevado nível educacional; recebem salários acima da média de consumidores comuns; têm idade média de 40 anos e são na maioria mulheres. A respeito da usabilidade destes automóveis, os compradores ficam menos tempo no veículo, rodam quilometragens menores, planejam ficar com o veículo por um período superior a cinco anos e são solícitos ao apelo ambiental, mesmo que isso represente pagar um valor a mais na hora da aquisição.

3. Perspectivas para o veículo híbrido, no Brasil e no mundo

A *International Energy Agency – IEA* (Agencia Internacional de Energia), em publicação entitulada "*Electric and plug-in hybrid electric vehicles*" informa que o número de venda de veículos híbridos vem crescendo e deverá chegar a mais de 59 milhões de unidades vendidas anualmente até 2050. Tais motivações se devem tanto ao apelo ambiental, quanto à melhor eficiência energética dos sistemas híbridos.

Espera-se assim, que com incremento do número de veículos vendidos haja uma economia de escala, que por sua vez, provocará uma redução nos custos de fabricação dos veículos híbridos, já que os custos médios de produção caem, a longo prazo (Bannock *et al*,1977). Desta forma, haverá minimização de uma das principais desvantagens na compra de automóveis híbridos, que se apresentam com preços 20% acima dos de motor a combustão.

Outro fator importante a ser observado é sobre os incentivos existentes para quem fabrica, ou adquire um veículo híbrido. Desta forma a Agência USP de Notícias (2005) afirma ser importante que na fase inicial de pesquisa e desenvolvimento, o incentivo seja inicialmente financeiro para quem adquire veículos híbridos e de promoção à inovação tecnológica específica para quem fabrica, pois somente assim se conseguirá atingir as metas governamentais, tal como a lei de emissões (USP, 2005).

Queiroz (2006) ainda informa que a carga tributária dos veículos brasileiros é uma das mais caras do mundo, sendo que cerca 33,3% do preço final é composto por impostos como PIS (Programa de Integração Social), COFINS (Contribuição para Financiamento da Seguridade Social), ICMS (Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços) e IPI (Imposto sobre Produtos Industrializados). Além disso, em contraposto, nos países europeus esta carga varia entre 13,8% e 16,7% e nos EUA o percentual é de 6,6%. Contudo, a população brasileira já experimentou medidas de sucesso à inserção de novas tecnologias automobilísticas, como fora a do carro popular, que obteve redução em carga tributária, com o objetivo de provocar sua introdução e manutenção dentro do mercado.

Para incentivar a produção e aquisição de veículos híbridos no Brasil, Queiroz (2006) sugere algumas medidas que podem contribuir tais como: redução de impostos sobre o veículo e indústria; aquisição de veículos híbridos, para compor a frota governamental; campanha nacional de incentivo ao veículo híbrido e exclusão de rodízio de veículos (cidade de São Paulo).

Observa-se que, em alguns Estados (Tab.1) são garantidas a isenção ou redução do Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA) para proprietários de veículos elétricos. Tal fora realizada pela Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE) e exibe uma compilação dos incentivos existentes.

Tabela 1 – Alguns Incentivos Aplicados aos Veículos Híbridos e Elétricos

UF	IPVA	OUTROS
CE	Isento	-
MA	Isento	-
PB	isento	-
PI	Isento	-
RN	Isento	-
RS	Isento	-
SE	Isento	-
MS	redução de até 70%	-
RJ	redução de até 70%	-
SP	redução de até 70%	fora do rodízio

Fonte – adaptado de ABVE (2013)

4. Comparativos entre veículos híbridos e a combustão

Com o intuito de quantificar as eficiências existentes entre os veículos híbridos e os a combustão foram colhidos dados junto ao INMETRO, para as seguintes montadoras Ford e Toyota, em seus modelos Fusion (duas versões), Corolla e Prius, respectivamente. Foram analisados os indicativos de emissão de poluentes, disponibilizados no relatório 2015 do CONPET (Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural).

É proposta uma situação problema, com os seguintes parâmetros: vida útil veicular de cinco anos (INSTRUÇÃO NORMATIVA SRF Nº 162, 1998) e percurso anual de 25.000 quilômetros. Desta forma surgiram os dados apresentados na Tab. 2 e expressos no gráfico exibido na Fig. 2.

Tabela 2– Emissões de gases nocivos

MARCA	MODELO	VERSÃO	COMBUSTÍVEL	EMISSÕES NO ESCAPAMENTO				
			ETANOL - (E) GASOLINA - (G) FLEX - (F)	POLUENTES			GÁS EFEITO ESTUFA	
							ETANOL	GASOLINA
				NMHC (G/KM)	CO (G/KM)	NOX (G/KM)	CO2 FÓSSIL (G/KM)	CO2 FÓSSIL (G/KM)
TOYOTA	COROLLA	GLI	F	0,023	0,386	0,011	0	110
TOYOTA	PRIUS	\	G	0,008	0,083	0,004	\	86
FORD	FUSION	AWD TITANIUM	G	0,015	0,286	0,012	0	151
FORD	FUSION	HYBRID	G	0,006	0,142	0,005	\	81

Fonte – Adaptado INMETRO, 2015

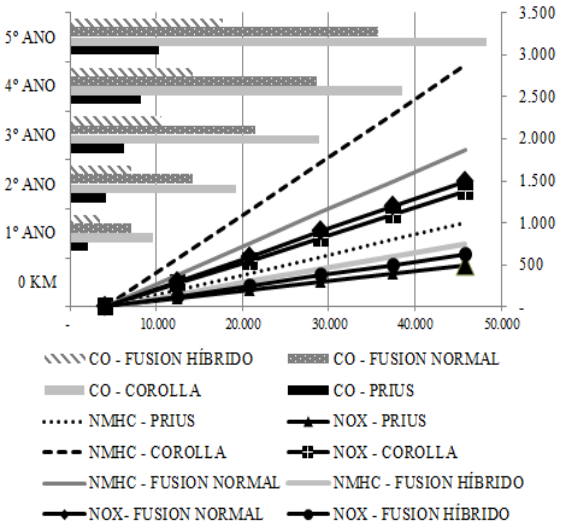


Figura 2 – Valores de emissões de gases nocivos durante a vida útil veicular

A composição dos principais gases poluentes na emissão por veículos é apontada por Queiroz (2006), como: monóxido de carbono (CO), óxido de nitrogênio (NOx), hidrocarbonetos (HC), óxidos de enxofre (SOx) e fuligem, também conhecida como material particulado. Além disso, embora a emissão de CO2 não seja considerada como um poluente clássico, devido à sua baixa toxidade, deve ser levada em consideração, tendo em vista sua participação no efeito estufa.

Desta forma, o modelo Fusion, na versão híbrida, se mostra menos poluente para NMHC e CO_2, enquanto que o modelo Prius conseguiu os menores índices de emissão de NOX e CO, com 0,083 e 0,004, respectivamente. Encontra-se também, uma diferença relativa, do menor para o maior índice, dada por modelos/versões, de -283% para NMHC, -365% para CO, -200% para NOX e –86% para o CO_2.

5. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Diante dos dados apresentados, considerando que um veículo, percorre em média, 25.000 Km por ano, em uma vida útil de cinco anos (125.000 km) verifica-se que a eficiência, no tangente a uma menor emissão de gases nocivos na atmosfera foi relevante nos seguintes veículos: Fusion, na versão híbrida, que emitirá em sua vida útil o 2,13 Kg de NMHC e 3,63 toneladas de CO_2, menos que o Corolla, que, do grupo avaliado, se mostrou o mais poluente. Contudo, o Fusion na versão híbrida, não foi o melhor avaliado para os gases NOX e CO, já que o híbrido Prius se mostrou menos poluente atingindo marcas de 1 Kg a menos que os veículos Fusion a combustão e 37,88 Kg que o Corolla, respectivamente.

Desta forma, pode-se deduzir que economicamente, os efeitos dos veículos com tecnologia híbrida são sentidos em longo prazo, contudo, corresponderiam a práticas que certamente representam melhor a conservação ambiental e apontam menores gastos com saúde pública. Porém, o fato destes apresentarem valores superiores aos veículos a combustão pode ser minimizado por meio de políticas de incentivo à nova tecnologia, fazendo com que o preço final seja reduzido em virtude de produção em maior escala e também incentivos fiscais por parte do governo.

RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

REFERÊNCIAS

BANNOCK, G., R. E. BAXTER, AND E. DAVIS. 2003. The Penguin dictionary of economics. Penguin Books Ltd. 7 Rev Ed edition. 416 pp.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; STANK, T. P. 21st century logistics: making supply chain integration a reality. Oak Brooks: Council of Logistics Management, 1999.

BRASIL. INSTRUÇÃO NORMATIVA SRF Nº 162, 2007.

CESVI, Veículos Elétricos, em uma década, três em cada dez carros serão movidos à eletricidade. O que isso muda em sua vida?, Ano 14, nº 74, 2011.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO: NOSSO FUTURO COMUM. Rio de Janeiro: FGV, 1988.

FIGUEIREDO, KLEBER FOSSATI; FLEURY, PAULO FERNANDO; WANKE, PETER. Logística Empresarial.1 ed. São Paulo: Atlas, 2006.

FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. Logística empresarial: a perspectiva brasileira. São Paulo: Editora Atlas, 2000.

FURTADO, J.S. E FURTADO, M.C. 1997. Produção Limpa, in Contador, J.C. (coord.) Gestão de Opera- ções. Fundação Vanzolini & Editora Edgard Blucher Ltda., São Paulo, p. 317-329.

HYBRIDCARS. Disponível em < http://www.hybridcars.com >. Acessado em: 01 maio 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA -INMETRO http://www.inmetro.gov.br> Acessado em 01 de maio de 2015.

LIMA, M. Custeio do transporte rodoviário de cargas. In: FIGUEIREDO, K. F.; FLEURY, P. F.; WANKE P. (Eds.). Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento do fluxo de produtos e de recursos. São Paulo: Editora Atlas, 2003.

MIRAGLIA, S. G. E. K. ; SALDIVA, P. H. N. ; BÖHM, G. M. . An Evaluation of Air Pollution Health Impacts and Costs in São Paulo, Brazil. Environmental Management, New York, v. 35, p. 667-676, 2005.

MOREIRA J. R.,Velázquez SMSG, Apolinário SM, Elmadjian PHBE e Melo EH, PROJETO BEST - BioEthanol for Sustainable Transport, USP, 2009.

NAZÁRIO, PAULO, 2012. “Administração do Transporte”. In: FLEURY Paulo Fernando (org.). Logística Empresarial: a perspectiva brasileira. São Paulo, Atlas, 2012.

NICOLETTO, RODRIGO LUCIETTO, O risco ambiental e os pressupostos para a sustentabilidade, Revista de doutrina da 4ª região, edição 22, ano 2008.

PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) – Disponível em: http://www.pnuma.org.br/.

QUEIROZ, J. F., 2006, Introdução do veículo híbrido no Brasil: Evolução tecnológica aliada à qualidade de vida. Dissertação de Mestrado da Universidade de São Paulo.

ABVE – Associação Brasileira do Veículo Elétrico, Seminário Nacional de Transportes da Utilities – 2006.

STAHEL, ANDRI WERNER, Capitalismo e entropia: os aspectos ideológicos de uma contradição e a busca de alternativas sustentáveis. In: CAVALCANTI, Clóvis (Org.), Desenvolvimento e natureza: Estudos para uma sociedade sustentável. INPSO/FUNDAJ, Instituto de Pesquisas Sociais, Fundacao Joaquim Nabuco, Ministerio de Educacao, Governo Federal, Recife, Brasil. Outubro 1994. P.104. Disponível em: http://www.ufbaecologica.ufba.br/arquivos/livro_desenvolvimento_natureza.pdf

USP. Agência USP de notícias de 29 de Agosto de 2000.Disponível em: <hhttp://www.usp.br/agen/bols/2000/rede592.htm> Acessado em: 02 maio. 2015.

VE – VEÍCULO ELÉTRICO LATINO-AMERICANO. Disponível em: < http://www.velatinoamericano.com.br/so-paulo-aprova-reduo-de-ipva-para-carros-eltricos-e-hbridos >. Acessado em: 01 de maio de 2015.

A COMPARATIVE STUDY BETWEEN HYBRID AND CONVENTIONAL VEHICLES OVER HARMFUL GASES EMISSIONS

Bernardes Júnior, E., edsonbernardesjr@gmail.com[1]
Stoppa, M. H., mhstoppa@pq.cnpq.br[2]

[1] *Mestrado em Gestão Organizacional - Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão*
[2] *Matemática Industrial - Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão*

Abstract: *There is a worldwide concern about the reduced levels of harmful emissions. Alternatively, in the context of the transport sector are included hybrid vehicles. However, their large-scale production is a challenge for the automotive industry, due to several factors, compared for example, to production processes of combustion engine vehicles. In order to compare the hybrid vehicles, currently present in the Brazilian market, and such similar vehicles with combustion engines, with respect to the harmful gases emissions, such as NMHC, CO, NOX and* CO_2 *from INMETRO data are displayed the results for simulated situation to these gases emissions over the lifetime of each vehicle.*

Keywords: *Clean Technology , Harmful Gases, Hybrid Vehicles.*

PRODUÇÃO MAIS LIMPA: ESTUDO DE CASO APLICADO AO RAMO GRAFICO

BONFIM, João Henrique Borges, joaobbonfim@gmail.com[1]
VIEIRA, Gabriel Freitas, vfreitas.gabriel@gmail.com[2]
PEREIRA, Victor Hugo Andrade, victorhug.ep@gmail.com[3]
[1]*Graduando em Engenharia de Produção – UFG/RC*
[2] *Graduando em Engenharia de Produção – UFG/RC*
[3] *Graduando em Engenharia de produção – UFG/RC*

Resumo: *O artigo tem o objetivo de utilizar uma estratégia preventiva para incrementar a eficiência, reduzir riscos que podem afetar os seres humanos e o ambiente e adquirir sustentabilidade tendo modificações no processo produtivo. Visto com importância a variável ambiental em todas as áreas da empresa como na compra de mateiras, na engenharia de produto, no design, no pós-venda, relacionando os ganhos econômicos da empresa com questões sustentáveis. O programa de produção mais limpa (P+L) traz para a empresa benefícios ambientais e econômicos resultando na eficiência global de processo produtivo por intermédio de reduções de resíduos e emissões de poluentes, minimizações e eliminações de desperdícios da matéria prima.*

Palavras-chave: *Eficiência, sustentabilidade, produção mais limpa, resíduos.*

1. INTRODUÇÃO

É evidente, que cresce cada vez mais a preocupação com o meio ambiente, juntamente com necessidade de extração dos recursos naturais nele existente. Deste modo é fundamental saber explorar de forma consciente e ter uma boa educação ambiental, com a responsabilidade de educar para uma diferente e sustentável relação humana com o meio ambiente (CARVALHO, 2004).

Neste sentido, a Produção mais Limpa (P+L) vem auxiliar na aplicação de uma estratégia ambiental preventiva, integrada aos processos, produtos e serviços, para incrementar a eficiência, reduzir os riscos para os seres humanos e o ambiente e obter a sustentabilidade do desenvolvimento com modificações no processo produtivo focadas na prevenção e controle de poluição na fonte, considerando a variável ambiental em todos os níveis da empresa, como por exemplo, a compra de matérias-primas, a engenharia de produto, o design, o pós-venda, e relaciona as questões ambientais com ganhos econômicos para a empresa. A Produção mais limpa caracteriza-se por ações que são implementadas dentro da empresa com o objetivo de tornar o processo mais eficiente no emprego de seus insumos, gerando mais produtos e menos resíduos (BARBIERI, CAJAZEIRA, 2009).

O Programa de Produção mais limpa traz para as empresas benefícios ambientais e econômicos que resultam na eficiência global do processo produtivo (GIORDANO, 2005). Alguns desse benefícios são: eliminação dos desperdícios, a minimização ou eliminação de matérias-primas, redução dos resíduos e emissões, minimização dos passivos ambientais, incremento na saúde e segurança no trabalho. Contribuindo também para uma melhor visão da empresa, aumento de produtividade, redução de gastos com multas e outras penalidades.

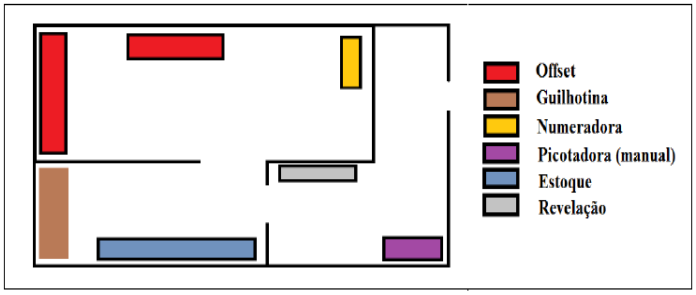
É conveniente, portanto, um estudo mais detalhado analisando os principais pontos da Produção mais Limpa aplicado no modelo de gestão em uma gráfica situada cidade de Catalão - Go. Com o objetivo de conseguir diminuir os impactos causados pela gráfica com a má utilização de sua matéria prima.

2. ESTUDO DE CASO: GRÁFICA

O estudo de caso foi realizado em uma gráfica situada na cidade de Catalão-Goiás, onde houve total acompanhamento do processo produtivo, desde a entrada dos insumos até a saída do produto completo.

Na figura 1 consta o layout da empresa, mostrando a disposição do maquinário e matéria prima.

Figura 1: Layout da Gráfica



Fonte: Elaborado pelos autores

Realizando uma análise externa nas dependências da empresa já foi possível identificar resíduos sólidos: embalagens vazias, chapas, filmes revelados, sobras de papel, embalagens de tintas, plástico; efluentes líquidos: embalagens vazias, chapas, filmes revelados, sobras de papel, embalagens de tintas, plástico; emissões

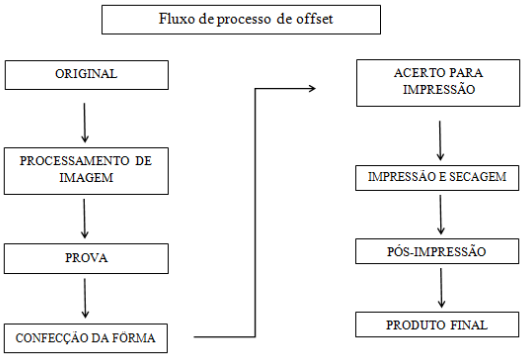
atmosféricas: embalagens vazias, chapas, filmes revelados, sobras de papel, embalagens de tintas, plástico e outros: emissão de vibrações e ruídos através do funcionamento das máquinas de pré-impressão e pós-impressão.

Os resíduos se apresentavam dentro de lixeiras separadamente papel e plástico e são destinados à coleta seletiva. É importante ressaltar que determinadas tintas utilizadas na indústria gráfica possuem, em sua composição, alguns elementos denominados metais pesados, além de serem tóxicos, uma vez lançado no meio ambiente por meio de efluentes líquidos, resíduos sólidos ou gasosos, pode atingir homens e animais de forma direta ou indiretamente.

Os solventes e estopas utilizados na indústria gráfica para diluição de tintas e procedimentos de limpeza são, em sua maioria, compostos derivados do petróleo, como por exemplo, o querosene. Compostos como este quando lançados indiscriminadamente no meio ambiente, que seja impregnado em estopa ou na forma de solvente sujo, podem causar problemas de contaminação ambiental no solo e nas águas, de forma superficial ou subterrânea e problemas de ordem ocupacional.

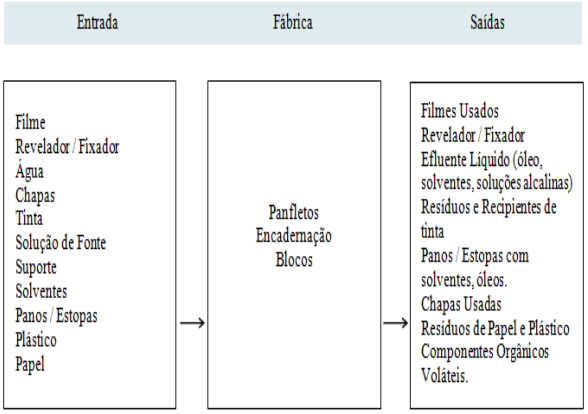
Após total conhecimento e análise minuciosa do funcionamento da empresa, foram elaborados fluxogramas qualitativos do processo fig. 2, fig.3 e um fluxograma intermediário fig. 4, exemplificando todas as etapas do processo.

Figura 2 – Fluxograma Qualitativo



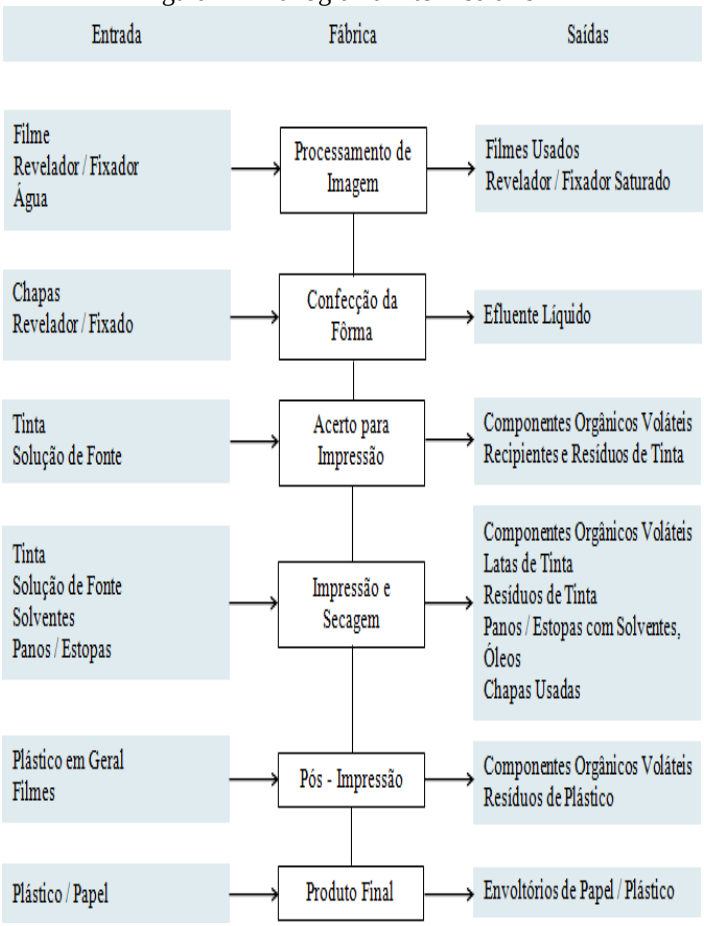
Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 3 – Fluxograma Qualitativo Global



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 4 – Fluxograma Intermediario



Fonte: Elaborado pelos autores

A gráfica disponibilizou os dados quantitativos onde os mesmo estão disponibilizados nas tabelas seguintes

Tabela 1 - Global: principais produtos

Produto	Quantidade por mês	Unidade
Panfletos	50000	Un
Encadernação	100	Un
Blocos	300	Un

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 2 - Global: resíduos e emissões (sólidos, líquidos e atmosféricos)

Resíduos ou Emissões	Quantidade por mês	Unidade	Custo de compra (R$)	Custo total de disposição (R$)	Custo total (R$)
Efluente líquido	2	L	-	-	-
Resíduos de papel	2000	L	-	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 3 - Global: matérias-primas e auxiliares

Material	Quantidade por mês	Unidade	Custo unitário de compra (R$)	Custo total (R$)	Participação no total do produto (%)
Tinta gráfica	5	kg	20,00	100,00	-
Reveladores	2	Kg	4,00	8,00	-
Papel	60	Resmas	40,00	2.400,00	-
Limpador de chapa	5	L	8,80	44,00	-
Solução de fonte	5	L	7,00	35,00	-

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 4 – Custo do resíduo gerado na empresa

	A	B	C	D	E
Resíduos	Quantidade MP	Custo MP	Custo total MP	Quantidade de resíduos	Custo (armazenagem, transporte e disposição)
	Resma por mês	R$	R$	L/mês	R$
	A	B	C=AxB	D	E=Dx0,00
Papel	60	40	2.400	2.000	0,00

Fonte: Elaborado pelos autores

Com o intuito de estabelecer e acompanhar as metas, identificamos alguns indicadores ambientais globais da empresa, tais como:

Consumo de água(m^3): $7{,}998\ m^3/mês$;

Consumo de energia(KW): $1160\ KW/mês$.

A partir dos dados coletados podemos então fazer uma análise crítica, levando em conta a quantidade e toxicidade dos resíduos gerados e das materias-primas consumidas

Tabela 5 – Avaliação do resíduo

Análise de quantidade		Análise de toxicidade	Análise de requisito legal	Análise de custo
Resíduo	Quantidade (L)	É tóxico?	Existem exigências legais?	Custo total do resíduo (R$)
Papel	2000	não	não	0

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 6 – Avaliação das matérias-primas

Análise de quantidade		Análise de toxicidade	Análise de requisito legal	Análise de custo
Matérias-primas	Quantidade	É tóxico?	Existem exigências legais?	Custo total da matéria-prima (R$)
Tinta Gráfica	05 Kg	não	não	100,00
Reveladores	02 Kg	sim	não	8,00
Papel	60 resmas	não	não	2.400,00
Limpador de chapa	5 L	sim	não	44,00
Solução de fonte	5 L	sim	não	35,00

Fonte: Elaborado pelos autores

Durante a implantação do programa produção mais limpa na empresa Gráfica Imagem, nos deparamos com algumas barreiras relacionadas ao levantamento dos dados, pois a empresa não possui controle de entradas e saídas de matérias-primas, quantidade de matérias-primas utilizadas para determinado produto, quantidade de resíduos gerados e quantidade de produtos produzidos em determinado tempo, podendo assim afetar o resultado final do programa.

O mais preocupante na empresa são os efluentes líquidos, e os resíduos sólidos perigosos. O foco deve estar na redução desses materiais e na forma como é feito o descarte dos mesmos. A indústria pode recorrer a materiais que poluem menos, porém esses materiais são mais caros que os seus concorrentes, a empresa teria que calcular se essa troca seria vantajosa, em questão do marketing, visão do cliente sobre ela, pois aumentaria os custos.

No processo de medição dos resíduos gerados, efluentes líquidos e emissão atmosférica, deparamos com alguns pontos críticos, ou seja, dificuldades na medição destes, pois a empresa não possui controle dos danos que ela possa estar gerando ao meio ambiente. Considerando os resquícios de todo o processo, apenas o papel e o plástico possuem um descarte ambientalmente

correto, através da coleta seletiva. Os efluentes líquidos e os sólidos perigosos não foi falado pela empresa como é feito o descarte. Em Catalão não há coleta para esse tipo de lixo, sendo eles descartados junto com o lixo comum, a empresa deve-se atentar a respeito, a fim de reduzir a poluição e degradação ao meio ambiente.

O balanço de massa é essencial para a análise de um processo novo ou já existente. É o emprego do princípio da conservação de massa para a avaliação de sistemas físicos, pelo cálculo de material entrando e deixando um sistema.

Tabela 7 – Balanço de Massa

Material	Quantidade por mês		Processo
	Entrada	Saída	
Chapas metálicas	05 Kg	05 Kg	Impressão e secagem
Querosene	40 unidades	25 unidades	Confecção de forma
Tinta gráfica	02 L	02 L	Limpeza das máquinas
Filmes	60 unidades	60 unidades	Processamento de imagem
Reveladores	02 Kg	02 Kg	Revelação
Fixadores	-	-	Impressão
Papel	60 resmas	57 resmas	Impressão
Tinta	02 Kg	02 Kg	Impressão e secagem
Efluentes líquidos	-	02 Kg	Pós-impressão

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 8 - Avaliação das causas de geração de cada resíduo

Causa da Geração	Resíduos gerados	Processo
Tinta gráfica	Componentes voláteis	Impressão e secagem
Chapas metálicas	Chapas	Confecção da forma
Querosene	Óleos	Limpeza
Filmes	Componentes voláteis	Processamento de imagem
Reveladores	Revelador saturado	Processamento de imagem
Fixadores	Fixador saturado	Processamento de imagem
Papel	Envoltórios de papel	Pós-impressão
Tinta	Componentes voláteis	Impressão e secagem

Fonte: Elaborado pelos autores

Em todo o processo até chegar a impressão final vai ficando resquícios das tarefas, onde há muito desperdício e componentes que agrava a poluição. A tabela abaixo mostra o material, qual resíduo é gerado por ele e em que parte do processo. A fim de facilitar o entendimento do surgimento de materiais residuais.

3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Após a realização das medições, e ter avaliado as causas da geração dos resíduos, podemos identificar e analisar as possibilidades de mudança, ou seja, alternativas de produção mais limpa para deixar de gerar resíduos, que consiste em um conjunto de técnicas e medidas que visam a minimizar a geração de poluentes na fonte, reduzir desperdícios, eliminar ou reduzir o uso de substâncias tóxicas nos processos, reduzir a quantidade de resíduos gerados por processo e produtos e, consequentemente, reduzir o lançamento de poluentes para os meios: ar, água e solo.

Dentro das atividades desenvolvidas pela Gráfica Imagem, muitas medidas podem ser realizadas para eliminar ou reduzir o volume, concentração e/ou toxicidade dos resíduos na fonte, para reutilizar ou reciclar materiais, dentro ou fora do processo produtivo. Segue abaixo algumas dessas medidas:

Estoque e manuseio de matérias-primas: a maioria das matérias-primas possui especificações particulares, em relação às suas condições de armazenagem. Filmes são sensíveis à luz, reveladores e fixadores são passíveis de oxidação, o papel é sensível à umidade. Muitos produtos têm prazos de validade curtos, portanto é preciso estar sempre atento quanto a validade, evitando perdas de valor comercial e diminuindo resíduos a serem descartados. As tintas são itens nos quais são possíveis ampliar a sustentabilidade através do uso de óleos vegetais e outros recursos renováveis, materiais com baixa concentração de compostos orgânicos voláteis (VOC). Uma alternativa é preferir tintas que não sejam feitas com metais pesados;

Impedir a deterioração das matérias-primas estocadas: garantir boas condições de armazenagem dos produtos, quanto à luz, umidade e temperatura, evitando deixar produtos aberto no estoque;

Evitar perdas por derrame de matérias-primas: manter cuidado e atenção na carga e descarga;

Reduzir descarte de matérias-primas deterioradas: verificar se os materiais podem ser reutilizados, doar restos de tintas para instituições de caridade para outros propósitos;

Aumentar a utilização dos banhos: aumentar a vida útil do fixador, evitar o descarte das soluções, recuperar os banhos, ao invés de descartá-los;

Recuperar e reutilizar banhos: reduzir a contaminação dos banhos, usando rodos e escorredores para diminuir o arraste entre os banhos;

Reduzir a quantidade de efluentes gerada: utilizar a água de lavagem até quando possível, descartando somente quando não for mais aproveitável e manter frascos dos produtos fechados, evitando a oxidação;

Reciclar resíduos: reciclar papel maculado, ou seja, passar de um resíduo a ser descartado para um subproduto a ser vendido;

Reduzir necessidade de limpeza: manter sempre os equipamentos em perfeitas condições de funcionamento, eliminar o excesso de tinta raspando a superfície a ser limpa antes de utilizar o solvente.

3.1 Avaliação técnica, ambiental e econômica

Avaliação Técnica: as árvores de eucalipto usadas no processo de fabricação do papel provêm de fonte renovável, porém de lenta regeneração. Outras fontes dos insumos adicionais não são renováveis, como por exemplo, o petróleo utilizado para a composição das tintas e solventes.

Avaliação Ambiental: para aumentar a eficiência ambiental, deve-se aumentar a conservação de matérias primas, como: água, papel e energia, ter foco na eliminação de resíduos tóxicos da matéria prima, redução na fonte da quantidade de toxicidade dos resíduos gerados. Melhor planejamento do ciclo de vida dos produtos, para que não haja impactos negativos ao meio ambiente em seu descarte final.

Avaliação Econômica: certas maneiras não são adotas pelas empresas, pois a utilização de papel reciclado ou renovável tende a ser um pouco mais cara em relação ao convencional, o mesmo se aplica a tintas e solventes com menor teor de toxicidade ao ambiente. Bem como também certas implantações se tornam inviáveis devido ao porte da empresa, devido ao seu alto custo de emprego em sua linha de produção.

Torna-se mais viável a uma empresa como a Gráfica Imagem, que tem em mente empregar um sistema sustentável em sua cadeia de produção, a utilização de papeis reciclados ou que não possuam cloro elementar em sua fabricação ou até mesmo feito a partir de matéria florestal certificada e que atende todos os pré-requisitos exigidos pela área, a implantação de uma campanha de conscientização perante as empresas que ela atende, incentivando o uso e a preferência pelas matérias sustentáveis, o emprego de tintas livres de materiais pesados e solventes com um teor de toxicidade menor e que não agridam o meio ambiente com o despejo dos efluentes líquidos neles contidos.

Considerando que há leis e normas de controle ambiental para empresas que causam algum impacto ambiental, gerir uma empresa ignorando esta realidade significa um alto risco. Outro fator importante diz respeito à própria eficiência do processo, pois na maioria das vezes os problemas ambientais decorrentes da produção industrial são resultado de ineficiências, que podem ser corrigidas, resultando em ganhos econômicos. Ignorar as relações das atividades produtivas com o meio ambiente significa não apenas deixar de cumprir as leis ou desperdiçar recursos financeiros, mas também deixar de exercer o papel social da empresa na construção do país.

REFERÊNCIAS

BARBIERI, J. C.; CAJAZEIRA, J. E. R. Responsabilidade social empresarial e empresa sustentável: da teoria à prática. São Paulo: Saraiva, 2009.

CARVALHO, I. C. M. Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico. São Paulo: Cortez, 2004.

GIORDANO, S. R. Gestão Ambiental no Sistema Agroindustrial. In: ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M. F. Economia e Gestão dos Negócios Agroalimentares: indústria de alimentos, indústria de insumos, produção agropecuária, distribuição. 1. ed. – 3. reimpr. – São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005. p. 255-281.

SEBRAE. A produção mais limpa na micro e pequena empresa

DIAS, REINALDO. Gestão Ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade. 4.reimpr.-São Paulo: Atlas, 2009.

SEIFFERT, MARI E.B. Sistemas de Gestão Ambiental (SGA-ISSO 14001): melhoria contínua e produção mais limpa na prática e experiência de 24 empresas brasileiras. São Paulo: Atlas, 2011.

RESPONSABILIDADE AUTORAL

"Os autores são os únicos responsáveis pelos dados, ideias e resultados demonstrados neste trabalho".

CLEANER PRODUCTION: APLLIED CASE STUDY THE GRAPHIC BANCH

BONFIM, João Henrique Borges, joaobbonfim@gmail.com[1]
VIEIRA, Gabriel Freitas, vfreitas.gabriel@gmail.com[2]
PEREIRA, Victor Hugo Andrade, victorhug.ep@gmail.com[3]
[1]*Graduating – Industrial Engineering – UFG/RC*
[2] *Graduating – Industrial Engineering – UFG/RC*
[3] *Graduating – Industrial Engineering – UFG/RC*

Abstract. The article aims toand the use a preventive strategy to increase efficiency, reduce risks that can affect humans and the environment and acquire sustainability of development, and having changes in the production process in mind the control of pollution at source. With the variable importance the environmental variable in all areas of the company as the purchase of materials in product engineering, design, after-sales relating the company's economic gains to environmental issues, this cleaner production program (P + L) brings to the company environmental and economic benefits resulting in the overall efficiency of the production process through reduction of waste and emissions minimization of pollutants and elimination of the raw material waste.

Keywords*: Efficiency, sustainability, cleaner production, waste*

MODELAGEM MATEMÁTICA DE SISTEMA DE LOCOMOÇÃO EM MÁQUINAS MÓVEIS DO TIPO JANSEN

BORGES, José Salviano, jsborges@live.com[1]
RABELO, Marcos Napoleão, rabelo@dmat.ufpe.br[2]
STOPPA, M. H., mhstoppa@pq.cnpq.br[3]

[1] Mestrado em Modelagem e Otimização, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão
[2] Matemática Industrial, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão
[3] Matemática Industrial, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão

Resumo: *Este trabalho apresenta um método para a modelagem de mecanismo cinético de locomoção criado pelo físico holandês Theo Jansen. Este mecanismo é formado por onze barras, com seis pontos móveis e dois pontos fixos, onde o movimento é realizado por meio de uma manivela com centro em um dos pontos fixos. A determinação das equações do movimento, por meio da obtenção recursiva dos pontos de interconexão das barras é possível por meio de conceitos trigonométricos.*

Palavras-chave: *Máquinas Móveis, Mecanismos Jansen, Modelagem Matemática*

1. INTRODUÇÃO

Desde as eras mais primitivas os movimentos, tais como, correr, andar, nadar ou voar sempre instigaram a curiosidade humana. Esta inquietude levou à criação da roda que é considerada uma das maiores invenções humanas. Porém, esta apresenta certas limitações de uso, por exemplo, pelas dificuldades de locomoção em terrenos irregulares e macios, além de exigirem um contato contínuo com o solo, carecendo da presença de estradas (INGRAM, A. J. 2004).

A roda contribui enormemente para a evolução da humanidade, porém, tomando suas limitações, é necessário desenvolver um mecanismo que se adapte a situações que são desfavoráveis às rodas. Estes mecanismos, geralmente denominados máquinas móveis, se locomovem com movimentos que imitam o movimento de pernas (INGRAM, A. J. 2006).

Em 1990, o físico holandês Theo Jansen, criou um mecanismo, resultado de um estudo de cerca de dez anos, que resultou na construção de estruturas complexas, batizadas por ele de *Strandbeest* (animais de praia) (HOFLAND, H. J. A; JANSEN, T. 2001). Estas estruturas foram construídas inicialmente, apenas com tubos amarelos e fita adesiva (Fig. 1). As *Strandbeest* de Jansen são exemplos de máquinas móveis baseados em uma estrutura de locomoção similar a uma perna.

As *Strandbeest* são compostas por inúmeros conjuntos de pernas, movidas apenas pela força do vento, por um intrincado mecanismo de transmissão de movimento.

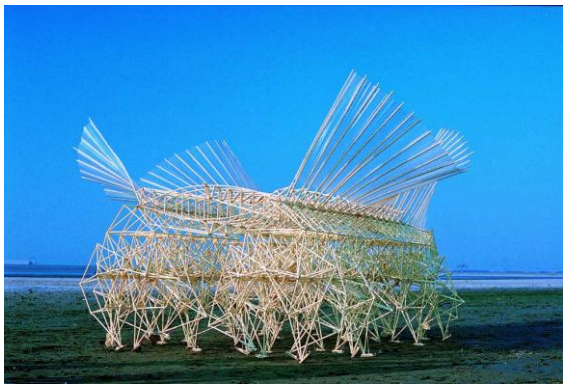


Figura 1: Strandbeest de Theo Jansen
Fonte: ARTFUTURA 2005

Suas criações partiram através de algoritmos computacionais e, o maior desejo de Jansen é que tais estruturas um dia, sejam capazes de evoluir naturalmente, podendo continuar suas vidas como qualquer outro organismo, sujeito aos ciclos da vida (ARTFUTURA 2005).

Neste contexto, este trabalho apresenta a modelagem dos mecanismos de locomoção propostos por Jansen, por meio de uma abordagem recursiva e trigonométrica.

2. MÁQUINAS MÓVEIS

A evolução equipou a maioria dos animais terrestres com pernas, sendo que as mesmas possuem uma grande adaptabilidade em seus movimentos devido a juntas rotativas (DAWKINS, R. 1977).

Pernas possibilitam escalar, saltar, rastejar, nadar dentre outros movimentos.

Com base na praticidade apresentada pelas pernas, com o intuito, principalmente, de reduzir as limitações oriundas da locomoção por rodas – que não fizeram parte na evolução locomotiva de qualquer animal (DAWKINS, R. 1977) – têm sido propostos, protótipos, comumente denominados de máquinas móveis, inspirados no sistema de locomoção dos insetos. Estes animais apresentam uma evolução mais rápida que os mamíferos, apresentando juntas esféricas que permitem um movimento tridimensional relativo, uma vez que, as pernas são compostas por quatro ou mais segmentos, interligados por articulações e uma complexa musculatura, permitindo uma enorme flexibilidade no movimento (ALEXANDER, R. M. N.; GOLDSPINK, G. 1977).

Contudo, protótipos com estas características apresentam limitações práticas na construção, dado que possuem um grande número de graus de liberdade considerando as pernas como uma cadeia de segmentos interconectados (KNOX, P. 1997).

2.1. MECANISMO DE THEO JANSEN

O mecanismo de locomoção das pernas nas máquinas móveis, proposto por Jansen, é composto por onze barras interligadas numa disposição específica (no plano) e seis nós móveis (A, B, D, E, F e G), e dois nós fixos (C e H). O movimento é efetuado por meio de uma manivela, com centro em H, e as demais componentes da estruturas são apoiadas no ponto fixo C, conforme exibido na Fig.2.

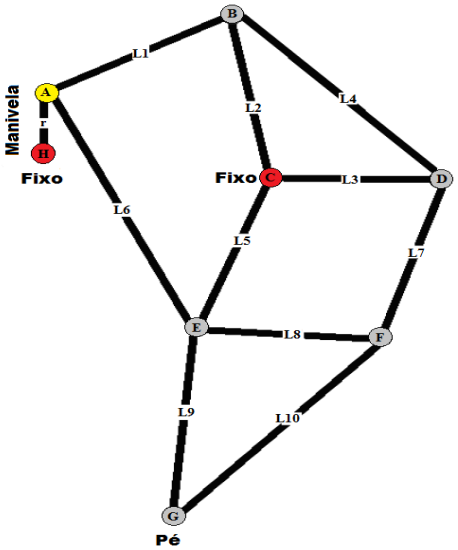


Figura 2: Disposição geométrica de uma perna em mecanismo Jansen

Esta disposição geométrica das barras e interconexão pelos nós (juntas rotacionais), faz com que o conjunto movimente-se, de modo satisfatório, como uma perna (HOFLAND, H. J. A; JANSEN, T. 2001.). Deve-se ressaltar que a estrutura completa é composta por conjuntos de pares de pernas, dispostos simetricamente e movidos pela mesma manivela (Fig. 3)

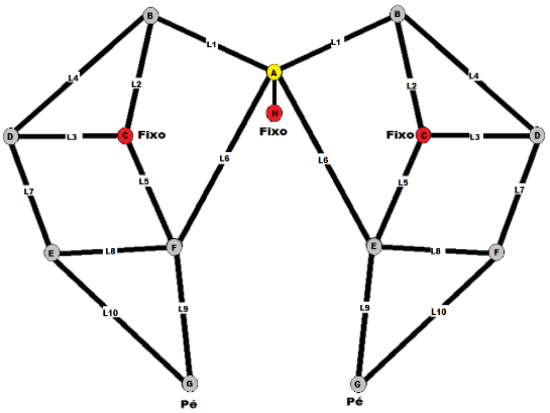


Figura 3: Disposição Simétrica de Pernas Jansen

2.2. MODELO MATEMÁTICO PROPOSTO

Os processos de modelagem de mecanismos utilizados em máquinas móveis, em geral, utilizam métodos geométricos para a determinação das equações do movimento. Este trabalho em particular, utiliza unicamente relações trigonométricas para a determinação das trajetórias, recursivamente, para cada uma das componentes do mecanismo. Um outro procedimento, também recursivo, porém, puramente geométrico, tomando por base a determinação dos pontos de interseção de dois círculos e posterior uso da fórmula de Heron para calcular a área de um triângulo, foi proposto por GEUS e STOPPA (2012).

Para realizar a modelagem do mecanismo de locomoção, torna-se necessário determinar as coordenadas de cada um dos nós de interligação das barras, em função dos pontos fixos e comprimentos das barras, tomados como parâmetros de entrada do sistema, para cada ângulo da manivela.

O sistema de coordenadas cartesianas é posicionado sobre o mecanismo, de forma que o ponto fixo da manivela (H) esteja sobre o eixo y e o ponto fixo da estrutura (C), esteja sobre o eixo x, como mostra a Fig. 4.

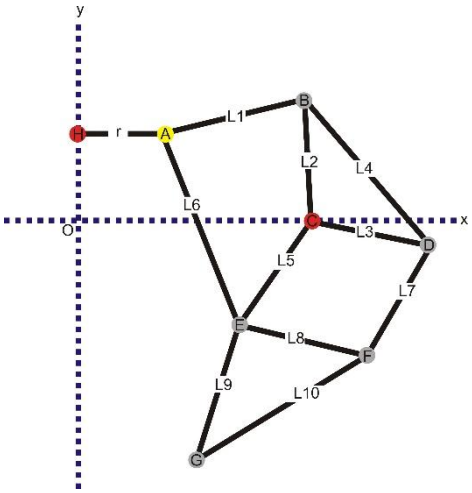


Figura 4: Posicionamento do sistema de referência no mecanismo Jansen

Conhecidas as variáveis de projeto: comprimento das barras L_i (i = 1, 2, ..., 10), e as coordenadas dos pontos $H(x_h, y_h)$ e $C(x_c, y_c)$, consideradas as características geométricas do modelo, determina-se de formação recursiva as equações para as coordenadas de cada um dos nós móveis, conforme descrito a seguir.

O nó A descreve uma trajetória circular, e sua posição varia segundo um ângulo θ (Fig. 5).

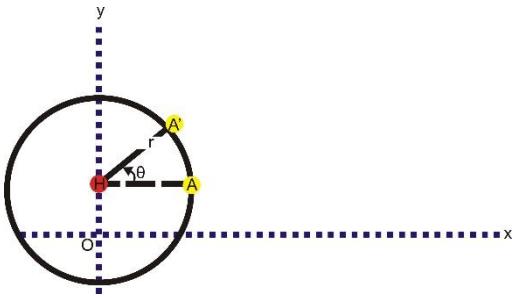


Figura 5: Trajetória do nó A

De modo que, o ponto A pode ser escrito segundo suas coordenadas polares, obtendo assim:

$$A: \begin{array}{l} x_A = x_H + r\cos(\theta) \\ y_A = y_H + r\,sen(\theta) \end{array} \qquad (1)$$

A Fig. 6, exibe a configuração geométrica considerada para a determinação do nó B:

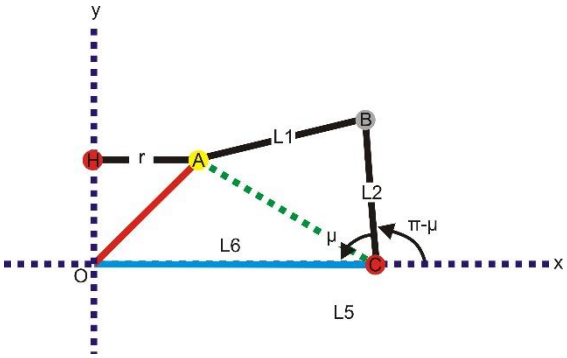


Figura 6: Trajetória do nó B

Seja o quadrilátero OABC, de forma que, o segmento de reta OA corresponde à distância cartesiana do ponto O (origem do sistema de coordenadas) ao ponto A – uma distância que varia de acordo com o ângulo θ – enquanto que o segmento de reta azul representa a distância da origem ao ponto C – uma distância invariável e de comprimento x_c.

Para determinar as coordenadas do nó B é necessário determinar o ângulo μ. Em posse deste ângulo, considerando L2 como raio de uma circunferência centrada no ponto C, as coordenadas de B são dadas por:

$$B: \begin{array}{l} x_B = x_C + L_2\cos(\pi - \mu) \\ y_B = y_C + L_2\,sen(\pi - \mu) \end{array} \qquad (2)$$

Na sequência, a determinação das coordenadas do nó D é realizada considerando a disposição exibida na Fig. 7.

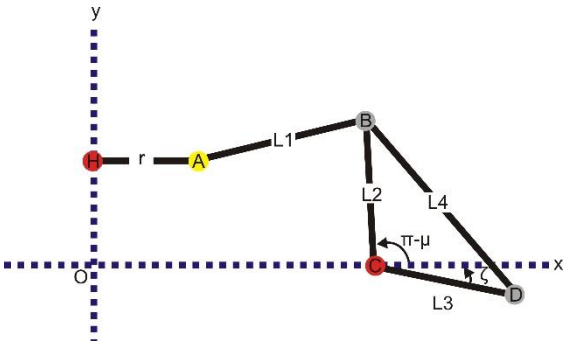


Figura 7: Trajetória do nó D

Observa-se que, o ângulo entre L2 e o eixo x é dado por π - μ e BCD é um triângulo, sobre o qual é possível determinar o ângulo Ĉ.

Nestas condições, o ângulo ζ é dado por ζ = Ĉ + μ - π.

Agora, considerando L_3 como sendo o raio de uma circunferência centrada em C, as coordenadas de D são dadas por:

$$D: \begin{matrix} x_D = x_C + L_3 cos(\xi) \\ y_D = y_C + L_3 sen(\xi) \end{matrix} \qquad (3)$$

A Fig. 8 exibe a configuração geométrica utilizada para a determinação das coordenadas do nó E.

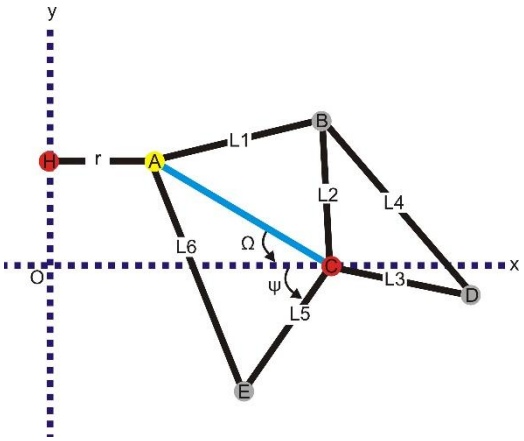


Figura 8: Trajetória do nó E

O segmento AC possui uma distância variável, dependente do ângulo Ω, conhecido da construção das coordenadas do nó B. O ângulo Ĉ, do triângulo ACE é dado por:

$$\psi = \begin{cases} \hat{C} - \Omega, & y_a \geq 0 \\ \hat{C} + \Omega, & y_a < 0 \end{cases}$$

Portanto, considerando L5 como sendo o raio de uma circunferência, centrada em C, as coordenadas do nó E escrevem-se como:

$$E: \begin{matrix} x_E = x_C + L_5 cos(\pi + \psi) \\ y_E = y_C + L_5 sen(\pi + \psi) \end{matrix} \qquad (4)$$

Para determinar as coordenadas do nó F, foi utilizada a configuração geométrica exibida na Fig. 9.

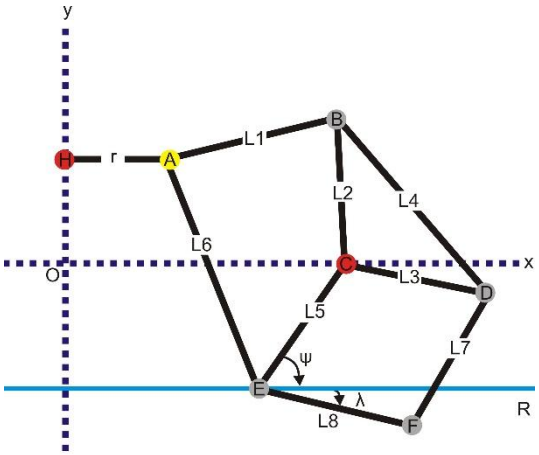


Figura 9: Trajetória do nó F

Seja uma reta r paralela ao eixo x. Pelo lema dos ângulos alternos internos, o ângulo entre L5 e r é dado por ψ.

O ângulo Ê no quadrilátero CDEF pode ser obtido a partir da expressão λ = ψ – Ê.

Assim, as coordenadas do nó F, são dadas pelas Eqs. (5), considerando L8 como raio das circunferências para cada posição assumida pelo nó E:

$$F: \begin{matrix} x_F = x_E + L_8 \cos(\lambda) \\ y_F = y_E + L_8 sen(\lambda) \end{matrix} \qquad (5)$$

Finalmente, as coordenadas do nó G são determinadas, considerando-se a disposição exibida na Fig. 10.

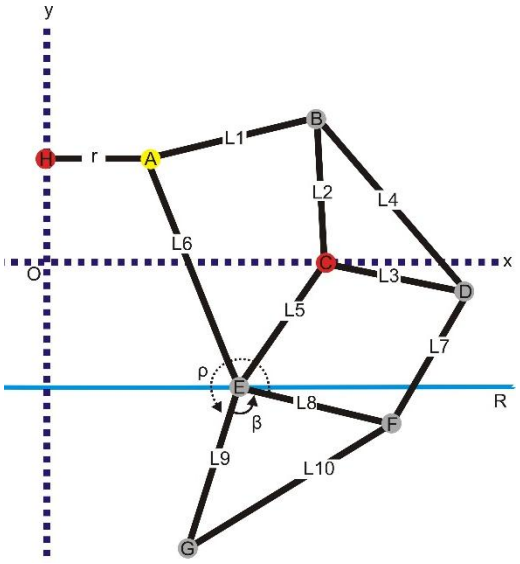


Figura 10: Trajetória do ponto G

Neste caso, observa-se que as barras L8 e L9 tem mesma variação angular e - β + ρ = 2π, ou seja, ρ=2π – β.

Então, considerando L8 como raio das circunferências para cada posição assumida pelo nó E, as coordenadas de G são obtidas por:

$$G: \begin{array}{l} x_G = x_E + L_9\cos(\lambda + \rho) \\ y_G = y_E + L_9 sen(\lambda + \rho) \end{array} \qquad (6)$$

3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Uma vez obtidas as equações para o modelo, de forma recursiva, utilizando do comprimento das barras propostos por Theo Jansen, que são valores obtidos via métodos de otimização (GEUS, A. R.; STOPPA, M. H. 2012), é possível descrever as trajetórias de todos os nós móveis do mecanismo, sob a variação do ângulo da manivela (segmento HA). A Fig. 11, descreve estas trajetórias, para uma volta completa da manivela

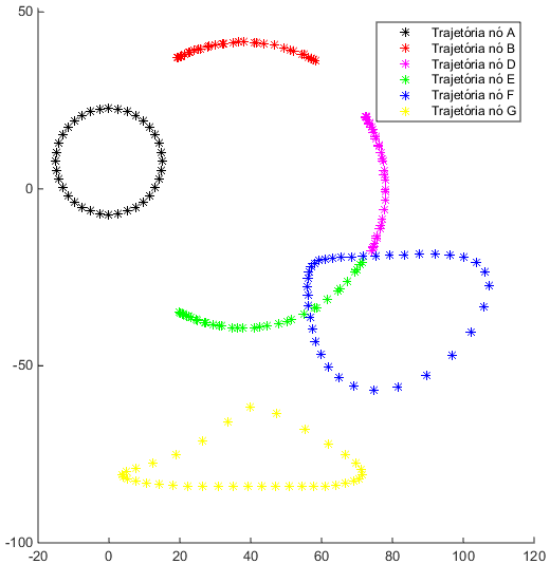


Figura 11: Trajetória de cada nó

Em função da metodologia recursiva, a determinação das equações do movimento facilita a obtenção de funções objetivo com complexidade reduzida. Isto viabiliza a utilização de métodos de otimização para, por exemplo, maximizar o alcance final da perna, descrito pelo movimento do nó G. A continuidade deste trabalho leva, naturalmente, ao estudo do comportamento, avaliando-se velocidade, aceleração, tração, compressão e torção, na composição de mecanismos de locomoção mais complexos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio financeiro do CNPq, IMTec-UFG/RC, CAPES, e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) pela concessão de bolsa de mestrado, viabilizando o andamento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALEXANDER, R. M. N.; GOLDSPINK, G. 1977. *Mechanics and energetics of animal locomotion*. Chapman & Hall. London.

ARTFUTURA. 2005. Catálogo. Disponível em: http://www.artfutura.org/02/05jansen_en.html; Acessado em: 06/05/2015 às 01:23 h.

DAWKINS, R. 1977. *Climbing Mount Improbable*. Penguin.

GEUS, A. R.; STOPPA, M. H. 2012. *A Graphical Interface for Jansen's Mechanism by Recursive Geometric Determination of Nodes*. In: DSCI: 2012 - Dalhousie Computer Science In-House Conference, 2012, Halifax - Canada.

HOFLAND, H. J. A; JANSEN, T. 2001. *Strandbeeste van Theo Jansen*. Kunsthal. Rotterdam.

INGRAM, A. J. 2004. *Numerical Kinematic and Kinetic Analysis of a New Class of Twelve Bar Linkage for Walking Machines*, Dissertation, Magister Ingeneriae, Rand Afrikaans University.

INGRAM, A. J. 2006. *A New Type of Mechanical Walking Machine*, Dissertation, Doctor Ingeneriae, Rand Afrikaans University.

KNOX, P. 1997. *Neurally inspired octopod locomotion*. Master's dissertation. Rand Afrikaans University.

RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste artigo.

MATHEMATICAL MODELLING OF MOVE SYSTEM IN JANSEN WALKING MACHINES

BORGES, José Salviano, jsborges@live.com[1]
RABELO, Marcos Napoleão, rabelo@dmat.ufpe.br[2]

STOPPA, M. H., mhstoppa@pq.cnpq.br[3]

[1] Mestrado em Modelagem e Otimização, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão
[2] Matemática Industrial, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão
[3] Matemática Industrial, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão

Abstract: *This work presents a modelling method to a kinetic move mechanism created by Theo Jansen. This mechanism is composed by eleven bars, six moving points and two fixed points, commonly named nodes, where the movement is performed by a crank centered in one of fixed nodes. The determination of movement equations is performed in a recursive way in each of bars intersection points, using trigonometric concepts.*

Keywords: *Walking machines, Jansen mechanisms, Mathematical modelling*

O GERENCIAMENTO DE PROJETOS NO DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS

Nicolau, Igor Carneiro, igornicolau@mmcb.com.br[1]
Fuchigami, Hélio Yochihiro, heliofuchigami@yahoo.com.br[2]
Da Silva, Larissa Juliana Patrocínio, larissajps_@hotmail.com[3]

[1]*Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão.*
[2]*Universidade Federal de Goiás – Aparecida de Goiânia*
[3]*Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão.*

Resumo: *A utilização do gerenciamento de projetos em contribuição para atingir os objetivos estratégicos organizacionais vem crescendo exponencialmente nos últimos anos. Esta utilização é observada para as mais diversas finalidades, e entre elas, encontra-se o desenvolvimento de novos produtos. Este por sua vez, é visto como um importante quesito para que as empresas consigam galgar melhores posições no mercado cada vez mais competitivo. Este projeto dedica-se à realizar um levantamento bibliográfico acerca de gerenciamento de projetos, bem como sua aplicação ao desenvolvimento de novos produtos utilizando-se as metodologias modernas de gestão. Para tal, entende-se como pesquisa básica acerca dos temas citados e espera-se que a correlação entre gerenciamento de projetos e desenvolvimento de novos produtos seja definida.*

Palavras-chave: *gerenciamento de projetos, desenvolvimento de novos produtos, PMI, PMBOK.*

---

1. INTRODUÇÃO

Conforme o Guia PMBOK (20014, p.3), "um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo". Em gerenciamento de projetos, torna-se possível obter um resultado satisfatório a menção de critérios qualitativos e quantitativos em sucesso ou goro para determinar a viabilidade da empreitada.

Sabe-se que a definição de projeto implica em um resultado exclusivo, delimitado em um determinado espaço de tempo, possuindo assim um início e um final. Embora um projeto possa ser análogo a outro em alguns quesitos, sua singularidade é caracterizada pelos aspectos únicos de cada litígio.

Um projeto tende a contribuir para os objetivos organizacionais, visando critérios para sua composição que foram previamente pesquisados pelos mais diversos institutos competentes como o PMI e o IPMA. Para Almeida *et. al*. (2011) projetos vem sendo comumente utilizados para o planejamento estratégico das empresas.

No cenário mercadológico atual a competitividade acirrada impõe que as organizações invistam em seus processos e planejem-se de melhor maneira, para garantir atividades otimizadas e que o melhor resultado seja alcançado com menores esforços, sejam eles qual natureza forem. Nas últimas décadas, as organizações vem em crescente apoio às práticas de gerenciamento de projetos para garantirem vantagem competitiva (GRANT; PENNYPACKER, 2006).

O objetivo deste trabalho é realizar um levantamento bibliográfico com a finalidade de referenciar os aspectos do gerenciamento de projetos conforme a metodologia PMI para o desenvolvimento de novos produtos.

A metodologia de pesquisa adotada será quanto à abordagem do tipo qualitativa. Quanto à natureza será adotada a pesquisa básica. Quanto aos objetivos será adotada a pesquisa exploratória. E, finalmente, quanto aos procedimentos será do tipo pesquisa bibliográfica.

2. GERENCIAMENTO DE PROJETOS

Em crescente conceituação no ambiente corporativo, o gerenciamento de projetos traz consigo inúmeras possibilidades sobre o tema abordado (Guia PMBOK, 2014). Existem diversos institutos que normatizam o gerenciamento de projetos, segundo suas metodologias próprias, porém, o PMI é o instituto de maior prestígio e adeptos mundiais.

Descrito como um manual de boas práticas aplicadas amplamente no tema de gerenciamento de projetos, o PMBOK é o guia publicado pelo PMI onde define-se que as normas contidas em sua publicação garantem o sucesso em grande parte dos projetos, visto que baseiam-se em estudos que geraram conhecimentos aplicáveis a uma gama consideravelmente ampla (Guia PMBOK, 2011). Além de sua aplicabilidade, observa-se que a padronização de um vocabulário comum dentro da profissão é fundamental para que os profissionais possam de forma geral, comunicarem-se de forma efetiva.

Entende-se projeto, segundo o Guia PMBOK (2011, p.3), como "um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo". Para tal, um projeto tem como característica possuir um início e um final, sendo que este último dá-se quando da conclusão do mesmo ou quando os objetivos não puderam ser alcançados.

Diferentemente de operação, que é uma execução contínua de uma atividade, os projetos não são ininterruptos, pois eles devem ter um fim. Este fim pode resultar na criação de uma operação contínua, porém o projeto terá o término decretado. "Os projetos exigem um gerenciamento de projetos enquanto as operações exigem um gerenciamento de processos de negócios ou gerenciamento de operações"(Guia PMOBOK, 2011, p.12).

Contido na metodologia PMI, existem as disciplinas de gerenciamento de portfólios, gerenciamento de programas e gerenciamento de projetos. Portfólios são agrupamentos de projetos, programas, subportfólios e operações gerenciados conjuntamente, visando os objetivos estratégicos. Programas, por sua vez, são incorporados em um portfólio, e englobam subprogramas, projetos ou outros trabalhos que são administrados de forma a amparar um portfólio. Projetos não necessitam estar ligados a um programa, mas sempre se relacionam com um portfólio, visto que seus produtos submetem-se a atingir os resultados estratégicos das organizações.

Projetos, conforme o Guia PMBOK (2011), são comumente utilizados para atendimento de uma necessidade estratégica, ressaltando-se, mas não limitando-se à demanda de mercado, oportunidade/necessidade estratégica de negócios, necessidade de natureza social, consideração ambiental, solicitação de cliente, avanço tecnológico e requisito legal.

Gerenciamento de projetos é a aplicação do conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às tarefas dos projetos para atingir o almejado resultado (Guia PMBOK, 2011, p.5). Para dar-se o gerenciamento de projetos, segundo a metodologia PMI, é necessário a aplicabilidade e integração adequadas de 47 processos que são agrupados em cinco grupos de processos, que são:

- Iniciação;
- Planejamento;
- Execução;
- Monitoramento e controle;
- Encerramento.

Um escritório de gerenciamento de projetos (EGP, ou em inglês PMO) é uma composição organizacional que uniformiza os procedimentos de governança pertinente a projetos, e promove o compartilhamento de recursos, metodologias, ferramentas, e técnicas. As atribuições de um PMO variam de provimento de papéis de apoio ao gerenciamento de projetos até a encargo pelo gerenciamento direto de um ou diversos projetos.

Essas considerações estratégicas podem ser atribuídas a um escritório de projetos (Project Management Office, PMO), onde as atividades gerenciais de projetos são centralizadas e este coordenada de forma adequada as estratégias para que a corporação possa atingir suas metas estratégicas. Entre as funções delegadas a um escritório de projetos pode ser presente apenas a função de staff, bem como a responsabilidade de gerenciar um projeto diretamente. Este conceito do PMI é similar ao conceito do IMPA (IMPA, 2006, p. 15) "seu papel é tipicamente garantir suporte, definir diretrizes e normas para os gestores de diferentes projetos e programas, coletar dados dos diferentes projetos, consolidá-los e relatá-los a algum órgão ou comitê".

Um dos papéis de maior importância atribuídos no gerenciamento de projetos é o da figura de um gerente de projetos. Este por sua vez tem a responsabilidade por atingir os objetivos do projeto. Conforme o Guia PMBOK (2011), a função de gerente de projetos requer três características fundamentais, são elas, o conhecimento, que refere-se aos conhecimento na área de gerenciamento de projetos, o desempenho, definindo-se como a ação enquanto conhecimento relativo em relação ao gerenciamento de projetos, e por último, o pessoal, que lida com a capacidade de liderança, administrar conflitos e situações de pessoal em um ambiente de um projeto.

Conforme observado na figura 1, os projetos possuem um ciclo de vida, sendo que este período pode variar de acordo com diversos fatores que o influenciam. Identifica-se, segundo o Guia PMBOK (2011) os ciclos de início do projeto, organização e preparação, execução do trabalho do projeto e encerramento do projeto, cada qual com suas particularidades de tempo e custos

particulares.

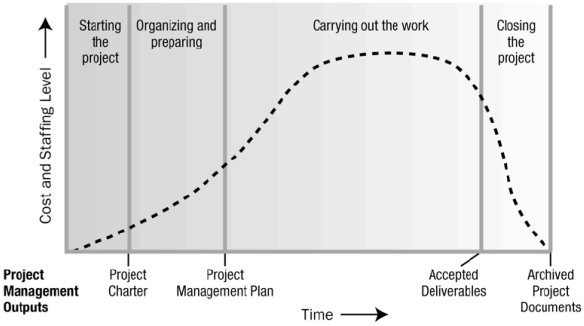


Figura 1. Ciclo de vida dos projetos
Fonte: Guia PMBOK, 2011, p. 39

Ressalta-se na figura 1, conforme o Guia PMBOK (2011), que os projetos possuem algumas características similares. Os níveis de custo tendem a serem baixos no início, alcançam valores maiores durante a execução, e declinam ligeiramente quando aproxima-se da conclusão.

Nos 47 processos divididos em cinco fases dos projetos, existem dez grupos, chamados áreas do conhecimento, que recomendam um conjunto de conceitos, termos e atividades que compõem um campo profissional, campo de gerenciamento de projetos, ou uma área de especialização (Guia PMBOK, 2011).

Essas dez áreas do conhecimento são o gerenciamento da integração do projeto, o gerenciamento do escopo do projeto, o gerenciamento do tempo do projeto, o gerenciamento dos custos do projeto, o gerenciamento da qualidade do projeto, o gerenciamento dos recursos humanos do projeto, o gerenciamento dos recursos de comunicações do projeto, o gerenciamento dos riscos do projeto, o gerenciamento das aquisições do projeto e, o gerenciamento das partes interessadas no projeto (Guia PMBOK, 2011).

Visto que os projetos tem natureza temporária, seu sucesso deve ser medido por meio das entregas de suas atividades, avaliando-as quanto ao escopo, tempo, custo, qualidade, recursos e risco. O gerente de projetos é responsável e responsabilizável por delimitar metas reais e alcançáveis.

3. GERENCIAMENTO DE PROJETOS NO DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS

Chen *et. al.* (2003) ressalta que para alcançar vantagem competitiva, em um mercado cada vez mais acirrado e em resposta as rápidas mudanças tecnológicas, o desenvolvimento de produtos mostra-se com maior importância no meio organizacional.

O desenvolvimento de produto é definido por Ulrich e Eppinger (1995) como um procedimento em que o produto é idealizado, projetado e inserido no mercado e igualmente abrange *feedback* tanto da produção, como do cliente.

Uma elaboração apropriada do procedimento de planejamento e desenvolvimento de novos artigos é extremamente importante e fundamental para as organizações, porquanto, possibilita conquistar novos mercados e atrair novos clientes (FORMAGGIO; CAUCHICK MIGUEL, 2002).

Rozenfeld *et. al.* (2006) cita que o processo de desenvolvimento de novos produtos contempla um elevado grau de dificuldade, devido à alta complexidade das tarefas, uma vez que, este processo influencia consideravelmente os esforços da organização.

Almeida *et. al.* (2011) ressalta que o desenvolvimento de novos produtos deve partir de uma necessidade estratégica da organização. Um processo de desenvolvimento de novos produtos é observado com alto grau de complexidade e incerteza, além da interação das atividades que contribui para a elevada carga que o acompanha.

A integração e aplicação dos 47 processos do PMI, considera um fluxo lógico e aceitável, que pode perfeitamente sugerir uma proposta para o desenvolvimento de novos produtos, visto que, pode-se relacionar um projeto como um esforço temporário de resultado exclusivo e um desenvolvimento de novo produto tem esta mesma característica. Ou seja, o desenvolvimento de novos produtos é concebido através de um projeto para tal.

A geração de conhecimento sugere que os projetos possuam um enfoque interdisciplinar, adequado para empreender conhecimentos de diferentes disciplinas associando o conhecimento explícito e implícito, encontrado neste processo (ALBRECHT, 2004).

Segundo Larucia *et. al.* (2012) projetos de desenvolvimento não são diferentes de outros projetos no que diz respeito sua gestão.

Segundo os autores do APM (*Agile Project Management*) como Highsmith (2004) e Chin (2004), quando os projetos compreendem condições mais elevadas de inovação, o desafio de estabelecer uma visão do produto final, participada com a equipe, é mais importante do que apresentar minuciosamente as atividades que carecem ser realizadas.

É por via da visão que os integrantes da equipe poderão viandar em uma direção, conservando, ao mesmo tempo, a flexibilidade imprescindível para adaptar as tarefas de desenvolvimento às

descobertas e às inovações que são alcançadas no transcorrer do projeto.

Para Benassi *et. al.* (2011), a visão do produto é a aptidão da organização em determinar finalidades claras e estratégias bem constituídas para o procedimento de desenvolvimento e compartilhá-los com os envolvidos no desenvolvimento.

Observa-se que o desenvolvimento de produtos e os projetos são semelhantemente definidos, quanto ao controle de suas atividades para a concepção de seus resultados, algo único, produzido mediante um esforço temporário, de cunho estratégico e carente de uma metodologia de gestão para alcançar sua meta.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O gerenciamento de projetos vem cada vez mais sendo utilizado pelas organizações para galgarem patamares mais elevados no que diz respeito ao cunho estratégico de mercado. Não limita-se apenas aos modelos tradicionais de gestão, mas sim, metodologias aplicadas à sua proposta.

Faz-se necessário não tão somente uma boa prática de gestão, mas uma metodologia comprovadamente testada, como a proposta do PMI, reconhecida internacionalmente.

Não apenas o reconhecimento, mas ressalta-se a pesquisa em boas práticas e a comunização do vocabulário para os profissionais e pesquisadores desta área. O gerenciamento de projetos contribui para que estes princípios, antes deficitários, agora alcancem níveis maiores de compreensão.

Indiferentemente, o desenvolvimento de produtos carece de uma estrutura igualmente proporcionada pelo gerenciamento de projetos, uma vez que, um desenvolvimento de produtos é classificado como um projeto, e portanto, adequa-se às normas e boas práticas contidas nos mais diversos manuais existentes.

A metodologia mais adequada pode ser encontrada entre os diversos modelos disponíveis, sobretudo, ressalta-se a abrangência do PMI, um modelo reconhecido internacionalmente e que após cinco edições, traz consigo uma estrutura metodológica eficiente para os mais diversos projetos, entre eles, o desenvolvimento de novos produtos.

Conclui-se que é válido a proposta de utilização do gerenciamento de projetos para a gestão de novos produtos, e uma vez que alcançado a maturidade em projetos, tende-se a alcançar resultados mais eficazes, elevando-se o nível do produto adquirido, e contribuindo assim, para os objetivos estratégicos organizacionais.

5. REFERÊNCIAS

ALBRECHT, Karl. Um modelo de inteligência organizacional. HSM management, v. 44, p. 170-174, 2004.

ALMEIDA, Leandro; MIGUEL, Paulo Cauchick; DE CARVALHO, Marly Monteiro. Aplicação do gerenciamento de projetos no processo de desenvolvimento de novos produtos: um caso exploratório. Revista de Gestão e Projetos-GeP, v. 2, n. 2, p. 77-101, 2011.

BENASSI, João Luís Guilherme; AMARAL, Daniel Capaldo. Avaliação de métodos de apoio à criação da visão do produto no enfoque ágil de gestão de projetos. Anais do XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2008.

CHIN, G. Agile Project Management: how to succeed in the face of changing project requirements. New York: Amacon, 2004.

EPPINGER, Steven D.; ULRICH, Karl T. Product design and development. New York: McGrawn-Hill 1995.

FORMAGGIO, I.A.; CAUCHICK MIGUEL, P.A. Estudo inicial sobre a utilização do QFD como ferramenta estratégica no Planejamento de Novos Produtos. ENEGEP, Curitiba, 2002.

GRANT, Kevin P.; PENNYPACKER, James S. Project management maturity: An assessment of project management capabilities among and between selected industries. Engineering Management, IEEE Transactions on, v. 53, n. 1, p. 59-68, 2006.

HIGHSMITH, J. Agile Project Management: creating innovative products. Boston: Addisson - Wesley, 2004.

INTERNATIONAL PROJECT MANAGEMENT ASSOCIATION et al. ICB-IPMA competence baseline version 3.0. International Project Management Association, Nijkerk, 2006.

LARUCCIA, Mauro Maia et al. Project Management In Research And Development. Revista de Gestão e Projetos, v. 3, n. 3, p. 109, 2012.

PMI. PMBOK® GUIDE 5ª ed.: 47 Processos de Gerenciamento de projetos. 2014.

ROZENFELD, H.; AMARAL, D.C.; TOLEDO, J.C.D.; ALLIPRANDINI, D.H.; SCALICE, R.K. Gestão do desenvolvimento de produtos – uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006.

PROJECT MANAGEMENT IN NEW PRODUCT DEVELOPMENT

Nicolau, Igor Carneiro, igornicolau@mmcb.com.br[1]
Fuchigami, Hélio Yochihiro, heliofuchigami@yahoo.com.br[2]
Da Silva, Larissa Juliana Patrocínio, larissajps_@hotmail.com[3]

[1] Federal University of Goiás- – *Regional Catalão.*
[2] Federal University of Goiás – *Aparecida de Goiânia*
[3] Federal University of Goiás- – *Regional Catalão.*

Abstract. *The use of contribution in project management to achieve strategic organizational goals has been growing exponentially in recent years. This usage is observed for many different purposes, among them, is the development of new products. This in turn is seen as an important requirement for companies able to climb better positions in the increasingly competitive market. This project is dedicated to conduct a literature review on project management and its application to the development of new products using modern management methods. For such means as basic research on the topics mentioned and it is expected that the correlation between project management and new product development is set.*

Keywords: *project management, new product development, PMI, PMBOK.*

ENTENDENDO MODELO DE NEGOCIO E SUA DISPARIDADE CONCEITUAL

Vaz, Sara Aparecida da Silva, saraavaz@hotmail.com[1]
Rosalem, Vagner[2]
Mamede, Ana Luíza Ferreira[3]
Silva, Gabriela Matos da[4]

[1]Graduanda em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Goiás – Catalão, GO.
[2]Professor Dr., Universidade Federal de Goiás, FENAD– Catalão, GO.
[3]Graduanda em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Goiás – Catalão, GO.
[4]Graduanda em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Goiás – Catalão, GO.

Resumo: *O presente artigo tem como objetivo discutir teoricamente as diferentes abordagens encontradas sobre modelo de negócios na literatura atual, a fim de clarear o conceito difuso da expressão, e correlacionar o conteúdo pesquisado, apresentando assim suas principais semelhanças. A metodologia adotada baseia-se em uma pesquisa qualitativa básica com caráter bibliográfico. Como conclusão, nota-se o quão grande é o leque de informações e requisitos a serem analisados para a escolha, adequação e implementação de tal instrumento. Foram encontradas diversas limitações para uma concisa definição, porém com a junção de todas as teorias estudadas se fez possível encontrar correlações plausíveis entre cada conceito analisado, são exemplos a criação de valor e estratégia empresarial.*

Palavras-chave: *modelo de negocio, abordagem teórica, definição conceitual, criação de valor*

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

---

1. INTRODUÇÃO

Em mercados onde a competição é bastante acirrada tem-se como característica mudanças frequentes na estrutura das empresas. Tal competição, geralmente se encontra em ambientes de oligopólio, onde são pequenas as quantidades de organizações que dominam a tecnologia de ponta necessária para oferecer a indústria. Desta forma a flexibilidade e entendimento do modelo de negócio são de extrema importância para o sucesso do setor, tal fato faz com que as empresas que dominam essa flexibilidade continuem a aumentar sua participação no mercado, a crescer com competitividade.

Entretanto, existe uma falta de consenso quanto a definição conceitual de modelo de negócios. Nota-se, porém, que a maioria dos autores relacionam o tema diretamente com estratégia da empresa e criação de valor para alguns de seus seguimentos, ressaltando a distinção e a correlação entre eles. As definições variam de autor para autor, vão de conceitos simples aos mais complexos.

O modelo de negócio é visto desde uma ferramenta capaz de compreender o negócio da empresa, sendo assim um modelo para uma estratégia a ser implementada, até como a criação, determinação e descrição do valor então oferecido por determinada empresa e segmentos de clientes, sendo capaz de explicitar a lógica utilizada pela empresa na criação de valor para o cliente, com geração de lucros e receitas. Essa disparidade conceitual encontrada, algumas vezes delimita o sucesso da aplicação de tal modelo, pois ao ser empregado, pode ser confundido com estratégia, criação de valor e outros conceitos voltados ao planejamento empresarial. A literatura, mesmo com uma extensa gama de informações sobre o tema, ainda não foi totalmente capaz de segmentar uma única abordagem.

Consoante a esta linha de raciocínio, faz-se necessário investigar os conceitos relacionados ao tema, possibilitando sintetizá-los de forma mais clara para que as equipes gerenciais saibam a melhor maneira de aplicá-lo, visando principalmente o sucesso das organizações.

Este trabalho trata da análise de um conjunto de teorias relacionadas ao modelo de negócio, apresentando os principais benefícios voltados ao mercado. Tem como objetivo principal clarear o conceito difuso da expressão, e correlacionar o conteúdo pesquisado, apresentando

suas principais semelhanças, de forma a encontrar uma definição mais precisa de modelo de negócio.

2. MÉTODO

Para elaboração deste trabalho realizou-se uma pesquisa básica buscando unificar conceitos para a definição de modelo de negócios. Para isso utilizou-se uma metodologia de natureza qualitativa com caráter bibliográfico.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Modelo de Negócio

Segundo (OSTERWALDER, 2011) modelo de negócios é definido como uma ferramenta que admite entender o negócio de uma empresa. É distinto de estratégia, visto que é um modelo de estratégia a ser realizada por meio de processos, estruturas organizacionais e sistemas.

Apontando a contestação entre modelo de negócio e estratégia Amit e Zott (2010) afirmam que modelo de negócio é voltado diretamente para o relacionamento entre parceiros e organização. Tais autores ainda revelam que o modelo de negócio é usado com o intuito de investigar ou esclarecer questões voltadas a estratégia das empresas, como por exemplo, vantagem competitiva, criação de valor, e desempenho da organização. A soma de valores apropriados pelos participantes, sobre as transações que o modelo de negócio permite é o chamado valor total criado. Esse valor é o montante disposto a ser pego pelos compradores pelo produto oferecido por uma organização.

Casadesus-Masanell e Ricart (2010) registram de maneira concisa que o modelo de negócio é referente à lógica, funcionamento empresarial e criação de valor para seus *stakeholders*. Já a estratégia trata-se da seleção do modelo de negócios em que a organização competirá no mercado. Segundo os autores táticas são ligadas diretamente ao modelo, pois são as escolhas que determinada empresa realiza em decorrência do modelo de negócios utilizado.

Osterwalder (2004) pontua ainda que a palavra modelo de negócio é dividida pela palavra "modelo" referindo-se a uma simples descrição de um complexo processo que precisa de um grande empenho de conceituação e também pelo termo "negócio" que se refere às atividades que envolvem a oferta de produtos (bens e serviços). (OSTERWALDER, 2004; OSTERWALDER et al., 2005; CHESBROUGH, 2010).

Osterwalder, Pigneur e Tucci (2005) asseguram que o “conceito de modelo de negócio ajuda a externalizar, mapear e armazenar o conhecimento sobre a lógica de criação de valor de uma empresa”. (OSTERWALDER; PIGNEUR; TUCCI, 2005, p.5). Os autores colocam ainda que modelo de negócio é a apresentação do valor cedido por uma organização a uma ou várias amostras de clientes, bem como a disposição da organização e sua gama de parceiros para a geração, distribuição e comercialização deste valor e sua relação com o capital, a fim de criar receitas sustentáveis e lucrativas. Já para Chesbrough e Rosembloom (2002, p.536), o modelo de negócios é um intermediador entre entradas técnicas e saídas econômicas. O termo segundo Teece (2010) é capaz de definir como a organização transforma para lucro seus pagamentos recebidos e como gera criação e agregação de valor aos seus clientes.

É necessário para o estudo da criação de valor em uma empresa, compreender a maneira de operação da organização, demonstrada na cadeia de valor da mesma. Tal estudo admite que a empresa perceba os itens de suas operações que são capazes de criar valor, aos produtos e clientes.

Conforme estabelecido por Michael Porter (1986), uma cadeia de valor corresponde ao grupo de atividades exercidas por uma empresa desde os vínculos com os fornecedores e ciclos de venda e produção até a etapa de distribuição final. A cadeia de valor é segmentada em ações primárias, ligadas a concepção física do produto, venda e posteriormente distribuição, as atividades de suporte e assistência técnica, que são as que sustentam as atividades primárias (HITT; IRELAND; HOSKISSON, 2008).

Conceituar modelo de negócios não se resume a definir a cadeia de valor da empresa, engloba também fornecedores, clientes e parceiros. Visto que as organizações trabalhando em parcerias apresentam redes de distribuição, uma proposição conjunta de valor, obtenção de receitas e lucros vindos de diversas fontes. Devido a isso, torna-se muito complexo o negócio de uma empresa (OSTERWALDER, 2004).

Segundo Amit e Zott (2001) a eficiência é um dos principais aspectos para geração de valor, envolvendo a complementariedade, quando a empresa passa a ter maior valor em conjunto do que sozinha, os incentivos conseguidos para se manter em associação e, por ultimo, a introdução de novos produtos, ou seja, a novidade.

Para uma definição mais detalhada, Osterwalder e Pigneur (2010) criaram o modelo de negócios Canvas que possui nove dimensões, sendo elas: proposta de valor, segmentos de clientes, relacionamento com clientes, canais, fluxos de receita, parcerias chave, atividades chave, recursos chave e estrutura de custos.

Chesbrough (2010) defende ainda que é importante considerar a interação entre os recursos, canais, informações e marca, pois proporcionam a proposição de valor aos seus parceiros, clientes e à própria empresa.

Em meio a tantas definições referentes ao tema modelo de negócios, é possível afirmar que um modelo de negócio evidencia a lógica que a empresa utiliza para gerar receitas e lucros e para criar valor para o cliente (ZOTT, AMIT e MASSA, 2010).

3.1.1 Proposta de valor

O que a empresa pretende oferecer para o mercado. Pode ser definido com uma combinação de produto, preço, serviços, relacionamento e imagem que uma empresa oferece de maneira eficaz e eficiente ao cliente. Sendo um ponto positivo na diferenciação da empresa.

3.1.2 Segmento e relacionamento de clientes

Quais segmentos de clientes serão foco da sua empresa, segmento alvo da empresa. Como a empresa pretende se relacionar e de que forma tratar e atender seus possíveis e potenciais clientes, considerando o relacionamento com cada segmento de cliente.

3.1.3 Canais

Como o cliente compra e recebe seu produto e serviço. Os múltiplos canais de distribuição que podem ser utilizados pela empresa podendo se um fator favorável para expandir sua participação do mercado.

3.1.4 Atividade chave

As atividades essenciais para que seja possível entregar a Proposta de Valor, aplicando processos operacionais e gerenciais de forma a fazer funcionar o modelo de negócio.

3.1.5 Recursos chave

São os recursos necessários para realizar as atividades-chave. Os recursos chaves de uma empresa são os ativos, tangíveis e intangíveis, com mais importância necessários para fazer com que a empresa funcione. Recursos estes que possibilitam a empresa criar e oferecer uma proposição de valor, alcançar os mercados, manter um relacionamento estratégico com seus clientes e obter receitas conforme seu plano operacional.

3.1.6 Parcerias chave

São as atividades-chave realizadas de maneira terceirizada alocando recursos principais adquiridos fora da empresa.

As empresas fazem parcerias para otimizar seus modelos de negócios, e reduzir o risco, ou para adquirir recursos e conhecimentos (OSTERWALDER, 2011).

3.1.7 Fluxo de receitas

Chesbrough e Rosenbloom (2002) dizem: “No sentido mais básico, um modelo de negócio é o método de fazer negócio pelo qual a empresa pode se auto sustentar, isto é, gerar receitas. O modelo de negócio esclarece como a empresa gera receita, ao especificar onde ela se posiciona na cadeia de valor”.

O fluxo de receitas representa as formas pelas quais a empresa gera receita de cada segmento de clientes e os seus respectivos valores, podendo ser receita de transação de um único pagamento do cliente ou receita de transação de pagamento continuo ou suporte pós-compra.

3.1.8 Estrutura de custos

São os custos relevantes necessários para que a estrutura proposta possa funcionar, ou seja, envolve os principais custos decorrentes da operação do modelo de negócios, criar e entregar valor, manter relacionamento com os clientes e gerar receitas, são todas atividades que acarretam em custos.

CONCLUSÕES

Apurando os dados obtidos com a pesquisa, e os conceitos abordados e descritos no trabalho, nota-se a amplitude do termo “Modelo de Negócios”. Percebeu-se o quão grande é o leque de informações e requisitos a serem analisados para a escolha, adequação e implementação de tal instrumento em uma empresa que busca uma vantagem competitiva, e para isso fatores como o tamanho da organização, variedade de operações realizadas, o tipo de gestão, estrutura organizacional, assim como outros devem ser levados em consideração para a adoção de um modelo eficiente. Precisa-se abordar também, as dimensões do modelo de negócios Canvas, a proposta de valor; segmentos e relacionamentos de clientes; canais; fluxos de receita; parcerias, atividades e recursos chave e a estrutura de custos.

Considerando o objetivo do trabalho de discutir teoricamente as diferentes abordagens encontradas

sobre modelo de negócios na literatura, sabe-se que a discussão a respeito desse tema está em pleno desenvolvimento na área da administração, com isso, foram encontradas diversas limitações no presente estudo conceitual, posto que se faz necessário uma análise mais profunda e detalhada do mesmo, porém com a junção de todas as teorias estudada foi possível formar uma definição ainda que plausível, pois nota-se principalmente que a maioria dos autores, em suma relacionam modelo de negócio com criação de valor e estratégia empresarial portanto, para um entendimento mais claro sugere-se que para trabalhos futuros seja considerada a necessidade de se realizar mais análises e comparações em diversos campos industriais, tentando acoplar a perspectiva informacional e conceitual literária aqui colocada com a aplicação real dos conceitos no âmbito empresarial e industrial.

REFERÊNCIAS

AMIT, Rapahel; ZOTT, Christoph. *Business Model Innovation: creating value in times of change, IESE Business School* – University of Navarra, Madrid, Spain. 2010

COSTA, Fabiana, V., MEIRELLES, Dimária, S. *O modelo de negócios de uma empresa do setor automotivo. Estratégias em organizações.* In: XV SEMEAD, Seminários em Administração. Outubro, 2012. ISSN 2177-3866.

CHESBROUGH, H.; ROSENBLOM, R.S. The r*ole of the business model in capturing value from innovation: evidence from Xerox Corporations technology spin-off companies.* Industrial and Corporate Change, v.11, n.3, p. 529-555, 2002.

HITT, Michael A., IRELAND, Duane R., HOSKISSON, Robert E. *Administração estratégica: competitividade e globalização*. São Paulo: Thomson Learning, 2008

KOTLER, P., KELLER, Kevin L.: *Administração de Marketing.* 12a ed. São Paulo: Prentice-Hall, 2006.

OSTERWALDER, Alexander. *The Business Model Ontology: A Proposition in a Design Science Approach. 2004. 169f. Tese (Doutorado).* École des Hautes Études Commerciales, Université de Lausanne. Lausanne, Suisse, 2004.

OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. *Business model generation.* New Jersey: John Wiley & Sons, 2010.

ZOTT, C.; AMIT, R.; MASSA, L. *The business model: recent developments and future research.* Journal of Management, p. 1019-1042, jul. 2011.

RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os trabalhos escritos em português ou espanhol devem incluir (após direitos autorais) título, os nomes dos autores e afiliações, o resumo e as palavras chave, traduzidos para o inglês e a declaração a seguir, devidamente adaptada para o número de autores.

"Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho".

UNDERSTANDING THE BUSINESS MODEL AND ITS DISPARITY OF CONCEPTION

Vaz, Sara Aparecida da Silva, saraavaz@hotmail.com[1]
Rosalem, Vagner[1]
Mamede, Ana Luíza Ferreira[1]
Silva, Gabriela Matos da[1]

[1] Federal University of Goiás, FENAD – Catalão, GO

Abstract*. This article aims to theoretically discuss the different approaches found on the business model in current literature, in order to clarify the fuzzy concept of expression, and correlate the content searched, thus presenting its main similarities. The methodology is based on a simple qualitative research with bibliographic character. In conclusion, we note how great is the range of information and requirements to be analyzed for choice, suitability and implementation of such instrument. Several limitations to a concise definition were found, but with the junction of all the theories studied, has become possible to find plausible correlations between each concept discussed, are examples, the value creation and business strategy.*

Keywords*: business model, theoretical approach, conceptual definition, value creation*

The authors are solely responsible for the content of this work.

ANÁLISE DA SITUAÇÃO PROFISSIONAL DOS EGRESSOS DO BACHARELADO EM MATEMÁTICA INDUSTRIAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS – REGIONAL CATALÃO

Silva, Anayama A., anayama.alves@gmail.com[1]
Hordones, Paulo A. M.[2]
Fuchigami, Hélio Y.[3]

[1]Universidade Federal de Goiás – UFG
[2]Universidade Federal de Goiás – UFG
[3]Universidade Federal de Goiás – UFG

Resumo: *Este artigo relata uma pesquisa realizada sobre o perfil de egressos do bacharelado do curso de Matemática Industrial que abordará a atual situação profissional destes no mercado de trabalho. Os egressos responderam um questionário com perguntas objetivas e subjetivas e os dados obtidos foram analisados sob aspectos qualitativos e quantitativos. Após estas análises, concluímos que não há nenhum egresso do curso trabalhando como matemático industrial e que tem que ser tomadas algumas atitudes para mudar este cenário.*

Palavras-chave:*egressos, matemática industrial, situação profissional*

1. INTRODUÇÃO

Segundo o INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira), tendo como base o Censo da Educação Superior do ano de 2009 e atualizado por pesquisas feitas em sites de universidades brasileiras, existem, no Brasil, poucas instituições de ensino superior que oferecem cursos de graduação voltados para a Matemática Aplicada, isto, se deve ao fato da profissão de "matemático aplicado" ainda ser novidade para a maioria dos jovens brasileiros, que costumam ver a matemática como uma disciplina complicada e também relacionada somente à docência. Porém, nos últimos anos, vimos o crescente número de matemáticos que trabalham em grandes empresas. Os chamados "matemáticos aplicados" são bem vindos em diversas áreas, como, instituições financeiras, pesquisas em grandes empresas, previsão do tempo, na área médica com modelos, etc. Mas, para ser um profissional completo é exigido conhecimento em outras áreas, como a Física, a Engenharia, a Biologia, a Administração, entre outras. (site da Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional).

Diante da necessidade, de uma mão de obra especializada e intelectualizada, com habilidades de identificar, modelar, programar e resolver matematicamente problemas do cotidiano das empresas foi criado o curso de Matemática Industrial, pois, os profissionais, disponíveis no mercado de trabalho, que mais se identificam com este perfil, que são profissionais da ciência e da tecnologia, não se sentem à vontade frente à análise de um problema real, já que o foco da sua formação acadêmica não é este.

O campo de atuação do Matemático Industrial é muito amplo, devido a grande diversidade da grade curricular do curso. Este profissional precisa conquistar seu espaço no mercado de trabalho mostrando que pode ser inserido em diversas áreas de atuação.

Mostraremos, neste artigo, o que os profissionais da Matemática Industrial estão fazendo para conquistar o seu lugar no mercado de trabalho e que áreas de atuação estão seguindo, usando os resultados do questionário que deverá ser respondido por estes profissionais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De acordo com nossa pesquisa, muitas publicações abordam o problema dos egressos dos cursos de graduação no mercado de trabalho, porém, nenhum relacionado à Matemática Industrial. A seguir, serão apresentados alguns trabalhos mais recentes relacionados a esta pesquisa.

As publicações citadas a seguir foram subdivididas em tópicos de acordo com o foco de suas pesquisas:

2.1. A Responsabilidade das Instituições de Ensino

Kaiser e Serbim (2009) discutiram que, o compromisso com a formação de um perfil adequado, de qualidade e produção de conhecimento de acordo com as necessidades de saúde da população é da instituição, identificou, também, a importância da relação do currículo do curso sintonizado com as Diretrizes Curriculares Nacionais é uma obrigação do professor, para que os egressos da enfermagem possam ter boas oportunidades no mercado de trabalho.

Cerqueira, Silva, Crispim, Garibalde, Castro, Almeida e Maynart (2009) concluíram que, a escola cumpre sua função educativa e social ao qualificar profissionais inseridos nos serviços de saúde, possibilitando a inserção e a permanência no mercado de trabalho e oferecendo oportunidades de educação profissional para trabalhadores.

Meira e Kurcgant (2009) avaliaram a adequação pedagógica dos cursos, em geral, e resgataram aspectos intervenientes desse processo, o que possibilitou compreender que os processos avaliativos carregam um potencial de fazer acontecer e motivar transformações, e que, a opinião dos egressos sobre sua formação é fundamental na concretização de um sistema avaliativo.

2.2. A Importância de Continuar os Estudos após a Graduação

Felli, Kurcgant, Ciampone, Freitas, Oguisso, Melleiro, Tronchin e Gaidzinski (2011) identificaram e discutiram o perfil dos egressos da pós-graduação strictu sensu na área de concentração de administração/gerenciamento em enfermagem, o que permitiu apreender o percentual de continuidade para o programa de doutorado.

Bahry e Tolfo (2007) demonstraram que os principais conhecimentos desenvolvidos pelos funcionários egressos, durante a permanência em um programa de formação e aperfeiçoamento, foram relativos a saberes acadêmicos, bem como as técnicas e métodos de pesquisa e ensino.

Zaidan, Caldeira, Oliveira e Silva (2011) analisaram repercussões do mestrado e do doutorado na vida profissional dos egressos de qualquer curso do programa de pós-graduação e concluíram que, a pós-graduação não deve perder o sentido da formação docente articulada à formação do pesquisador.

2.3. A Satisfação e a Insatisfação dos Egressos

Nepomuceno, Costa e Shimoda (2010) identificaram as percepções positivas dos participantes da pesquisa, quanto à importância do mestrado profissional no perfil de seus egressos. De forma geral, concluíram que, os chefes, das empresas onde os egressos trabalham, apresentaram uma visão mais otimista e os docentes foram mais exigentes quanto ao impacto do curso no desempenho dos alunos.

Barbosa, Gomes, Reis e Leite (2011) discutiram a importância de alguns fatores, como, o baixo retorno financeiro e a falta de reconhecimento social, como muito importantes para a insatisfação dos egressos no mercado de trabalho.

Souza, Correia, Cunha, Eccard, Patrício e Antunes (2011) analisaram a percepção do egresso de enfermagem sobre a sua atuação e vivência no mundo do trabalho. Identificaram uma concepção de bem e mal, de prazer e de sofrimento, de realização e insatisfação em relação ao trabalho; sentimentos contraditórios que se interpenetram e se completam como se fossem os dois lados da moeda.

Gambardella, Ferreira e Frutuoso (2000) após sua pesquisa, concluíram que, os egressos do curso de nutrição não se mostraram satisfeitos com o mercado de trabalho e a principal justificativa foi a baixa remuneração e apresentaram a necessidade de aprimoramento para melhor remuneração.

3. METODOLOGIA

Os sujeitos, que participaram da pesquisa, foram os alunos egressos do curso de bacharelado em Matemática Industrial da UFG – RC formados até o período de 2014/1. Como instrumento de coleta de dados, utilizamos um questionário com 15 perguntas, sendo 3 subjetivas e 12 objetivas. As questões fechadas tiveram como objetivo levantar dados sobre a experiência profissional dos respondentes, a sua ocupação principal, o exercício de sua formação, a intenção de permanecer nesta área, as expectativas a respeito do futuro profissional, a formação continuada do bacharel como também alguns aspectos socioeconômicos. As três questões abertas falavam sobre as dificuldades encontradas quando procuraram emprego nesta área, sobre os motivos apontados para o abandono da profissão, quando fosse o caso e em que cidade atua como matemático industrial. Para lançar luzes sobre o problema, da entrada no mercado de trabalho usaremos as questões fechadas do questionário, as quais nos permitirão identificar, dentre os egressos do curso de Matemática Industrial, quantos estão efetivamente na sua área de formação; quantos abandonaram a profissão sem nem mesmo tê-la experimentado; quantos

desistiram da carreira nos primeiros anos de exercício; quais os principais fatores que influenciaram na decisão de seguir ou não a carreira; e quais as perspectivas profissionais futuras daqueles que estão no exercício da profissão.

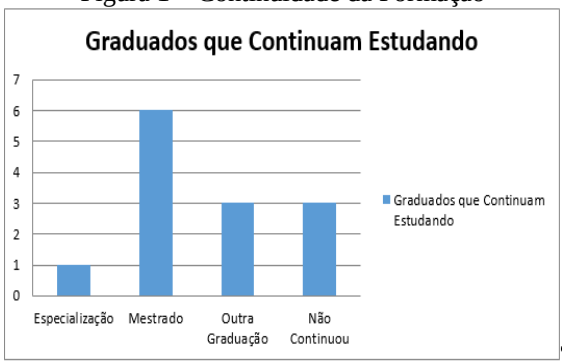
Para o levantamento dos dados, abarcamos o maior número possível de ex-alunos. Inicialmente, fizemos um primeiro contato com os alunos egressos do curso onde comunicamos o objetivo da pesquisa, a seguir, enviamos os questionários por e-mail e solicitamos que sejam devolvidos também por e-mail. As respostas dadas foram tabuladas, compondo um banco de dados que, submeteremos à análise, para produzir os resultados. Para isso, analisamos cada uma das respostas dadas às perguntas de um mesmo questionário, relacionando-as entre si, consideramos, também, uma possível interação com as respostas dadas às perguntas correspondentes dos demais questionários. A análise qualitativa constituiu, em um esforço de sucessivos movimentos de compreensão e de interpretação das respostas, que se dará na esfera da intersubjetividade.

4. RESULTADOS OBTIDIDOS

Dentre os bacharéis em Matemática Industrial da UFG – RC, que responderam ao questionário, a grande maioria é do sexo masculino – 75%. Quanto à faixa etária todos têm entre 22 e 28 anos. O curso de Matemática Industrial da UFG – RC teve sua primeira turma de formandos em 2012 e a maioria das pessoas que ingressam no curso tem idade inferior a 20 anos. Portanto, no momento desta pesquisa, os bacharéis daqui egressos haviam concluído o curso há, no máximo, dois anos.

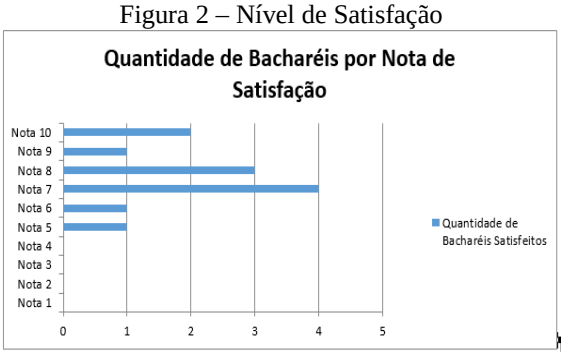
O grupo de egressos pesquisados é constituído por indivíduos Brancos - 50%, pardos ou mulatos - 41,66% e indígenas ou negros – 8,33%. Quase a totalidade dos egressos do curso de Matemática Industrial da UFG - RC reside na cidade de Catalão no estado de Goiás – 75%. Sobre a continuidade da formação dos doze bacharéis que participaram da pesquisa seis – 50% estão cursando algum programa de mestrado ligado a sua área de formação, destes, um faz, em paralelo, uma especialização MBA, três estão cursando outra graduação e três não continuaram estudando. A Figura 1 permite observar as respostas dos participantes quanto à continuidade dos estudos.

Figura 1 – Continuidade da Formação



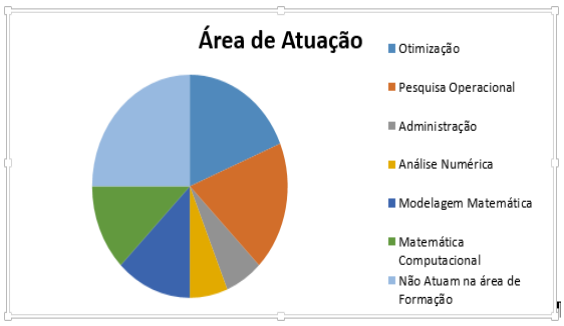
Sobre o grau de satisfação dos bacharéis em Matemática Industrial, levantamos alguns dados sobre a situação socioeconômica dos egressos pesquisados, constando que, 75% não estão satisfeitos nem financeiramente e nem profissionalmente, 16,66% estão satisfeitos com os dois aspectos e 8,33% encontra-se satisfeito apenas financeiramente. A satisfação quanto a sua formação, todos assinalaram opções entre 0 e 10, a média de tais opiniões foi de 7,66, o que mostraremos na Figura 2 a seguir:

Figura 2 – Nível de Satisfação



Em relação à área de atuação, profissionalmente ou nos estudos, os participantes seguem várias áreas distintas como: Otimização, Pesquisa Operacional, Administração, Análise Numérica, Modelagem Matemática, Matemática Computacional, que fazem parte da formação, outros não atuam em nenhuma área da formação, esses continuam trabalhando onde já trabalhavam antes da formação e pretendem continuar. Dos doze bacharéis, oito pretendem continuar na área de formação e os outros quatro não, por falta de oportunidade ou por preferência à área acadêmica. Em relação a emprego, seis estão dando preferência apenas aos estudos, um estuda e trabalha e cinco trabalham, não necessariamente na área de formação. A Figura 3 mostra a área de atuação dos participantes:

Figura 3 – Área de Atuação



Na opinião dos entrevistados, as maiores dificuldades enfrentadas na hora de encontrar emprego na área de Matemática Industrial ou Matemática Aplicada são: falta de conhecimento do curso por parte do mercado de trabalho da região, falta de oportunidade de participar de processos seletivos, a nomenclatura do curso, as empresas preferem profissionais com formações mais específicas como Engenheiro, Administrador etc.

Para finalizar o questionário, indagamos os bacharéis sobre o que a universidade poderia fazer para melhorar a inserção dos alunos egressos de Matemática Industrial no mercado de trabalho e obtivemos várias propostas, são elas:

a) Creio que da parte da faculdade e do departamento em si, tudo que poderia ser feito como fonte de melhoria, já está sendo realizado. Cabe aos alunos, não depositarem todas as expectativas na instituição e agirem, se dedicando mais e mais ao curso, já que este exige muito de cada um, pois, uma vez que o aluno ingressar como matemático industrial em qualquer organização seja como estagiário ou funcionário efetivo e não corresponder às expectativas do empregador, todo o curso será manchado. A responsabilidade de qualquer curso novo é grande demais para deixa-la somente como peso para a instituição de ensino;
b) Ajudar o aluno a planejar sua Carreira;
c) Auxiliar o aluno na busca por estágio;
d) Levar o aluno a um maior conhecimento prático;
e) Apresentar os valores de um matemático industrial diretamente na empresa, apresentando o que ela poderia ganhar com esse profissional. E propondo trabalho dos alunos através de estágios;
f) Incentivar os alunos a seguirem a área industrial, pois atualmente o foco é a área acadêmica, e esse é um dos motivos da grande desistência de alunos;
g) Incentivar o aluno a procurar estágio nos primeiros semestres;

5. DISCUSSÃO

O perfil do egresso do curso de Matemática Industrial da UFG – RC não difere muito do perfil de todos os egressos de qualquer curso de graduação na dificuldade em ingressar no mercado de trabalho. Neste relatório, com base nos resultados dos questionários, entre as características do bacharel em Matemática Industrial, destacam-se a predominância do sexo masculino, de raça branca, seguida pela raça parda ou mulata e da idade média de 24 anos. Nesse estudo, foi-nos possível constatar, além disso, que a UFG – RC, forma profissionais em Matemática Industrial para atuarem na sua região de influência. Entre os pesquisados, notamos que 66,66% continuam os estudos.

O foco do nosso estudo foi à situação dos egressos aqui considerados e, portanto, as informações mais relevantes foram sobre sua intenção de continuar na profissão ou não, bem como sobre seu esforço por uma melhor qualificação profissional. Encontramos entre os nossos respondentes, uma quantidade de quatro participantes que não estão e nem pretendem exercer a profissão por falta de oportunidade. Entre os que pretendem exercer a profissão, há aqueles que estão atuando no meio acadêmico ou ainda só recebendo bolsa de estudos. A maioria deles cursa pós-graduação em instituições públicas.

Contudo, podemos afirmar que não há nenhum dos egressos trabalhando como matemático industrial até hoje, e isso, de acordo com os questionários, se deve ao pouco interesse das empresas em "testar" um novo profissional que pode trabalhar em diversas áreas dentro de uma organização e também a falta de um método eficaz para apresentar os valores de um matemático industrial diretamente na empresa, apresentando o que ela poderia ganhar com esse profissional, e assim, propor trabalhos dos alunos através de estágios para que tais possam mostrar sua capacitação profissional.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo conhecer a situação dos egressos do curso de Matemática Industrial da UFG – RC, e tal objetivo foi alcançado. A metodologia utilizada foi suficiente para realizar os procedimentos necessários. Já as bibliografias foram pouco conclusivas para este trabalho, pois não há, ainda, estudos sobre este assunto específico.

Como trabalhos futuros sugerimos que sejam feitas outras pesquisas, com o passar do tempo, com este mesmo objetivo para que possa ser observado a evolução da profissão do matemático industrial,

sendo participantes os alunos egressos do curso de Matemática Industrial da UFG – RC.

REFERÊNCIAS

BAHRY, C. P.; TOLFO, S. R. *Mobilização de competências nas atividades profissionais dos egressos de um programa de formação e aperfeiçoamento*. RAP, Rio de Janeiro, 41(1), p.125-144, jan.-fev., 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rap/v41n1/08.pdf>. Acesso em: 02/05/2014.

BARBOSA, T. L. A.; GOMES, L. M. X.; REIS, T. C.; LEITE, M. T. S. *Expectativas e percepções dos estudantes do curso técnico em enfermagem com relação ao mercado de trabalho*. Texto Contexto Enferm., Florianópolis, 20 (Esp), p.45-51, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/tce/v20nspe/v20nspea05.pdf>. Acesso em: 26/04/2014.

CERQUEIRA, M. B. R.; SILVA, M. P.; CRISPIM, Z. A. M. P.; GARIBALDE, E.; CASTRO, E. A.; ALMEIDA, D. R.; MAYNART, F. R. O *Egresso da Escola Técnica de Saúde da Unimontes: conhecendo sua realidade no mundo do trabalho*. Trab. Educ. Saúde, Rio de Janeiro, v.7, n.2, p.305-328, jul.-out. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/tes/v7n2/07.pdf>. Acesso em: 26/04/2014.

FELLI, V. E. A.; KURCGANT, P.; CIAMPONE, M. H. T.; FREITAS, G. F.; OGUISSO, T.; MELLEIRO, M. M.; TRONCHIN, D. M. R.; GAIDZINSKI, R. R. *Perfil de egressos da pós-graduação stricto sensu na área de gerenciamento em enfermagem da EEUSP*. Rev. Esc Enferm USP, São Paulo, 45 (Esp), p.1566-1573, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/reeusp/v45nspe/v45nspea05.pdf>. Acesso em: 02/05/2014.

GAMBARDELLA, A. M. D.; FERREIRA, C. F.; FRUTUOSO, M. F. P. *Situação profissional de egressos de um curso de nutrição*. Rev. Nutr., Campinas, 13(1), p. 37-40, jan.-abr., 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rn/v13n1/7921>. Acesso em: 07/05/2014.

KAISER, D. E.; SERBIM, A. K. *Diretrizes Curriculares Nacionais: percepções de acadêmicos sobre a sua formação em enfermagem*. Rev. Gaúcha Enferm., Porto Alegre (RS), v.30, n.4, p.633-640, dez. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rgenf/v30n4/a08v30n4.pdf>. Acesso em: 22/04/2014

MEIRA, M. D. D.; KURCGANT, P. *Avaliação de curso de graduação segundo egressos*. Rev. Esc Enferm USP, São Paulo, 43(2), p. 481-485, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/reeusp/v43n2/a31v43n2.pdf>. Acesso em: 03/05/2014.

NEPOMUCENO, L. D. O.; COSTA, H. G.; SHIMODA, E. *Impacto do Mestrado Profissional no Desempenho dos seus Egressos: intercomparação entre as percepções de discentes, docentes, coordenadores e empresa*. Gest. Prod., São Carlos, v.17, n.4, p.817-828, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/gp/v17n4/a14v17n4.pdf>. Acesso em: 23/04/2014.

SOUZA, N. V. D. O.; CORREIA, L. M.; CUNHA, L. S.; ECCARD, J.; PATRÍCIO, R. A.; ANTUNES, T. C. S. *O egresso de enfermagem da FENF/UERJ no mundo do trabalho*. Rev. Esc Enferm USP, São Paulo, 45 (1), p.250-257, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/reeusp/v45n1/35.pdf>. Acesso em: 03/05/2014

TEIXEIRA, L. C.; RODRIGUES, A. L. V.; SANTOS, J. N.; CARDOSO, A. F. R.; GAMA, A. C. C.; RESENDE, L. M. *Trajetória profissional de egressos em fonoaudiologia*. Ver. CEFAC, Belo Horizonte (MG), v.15, n.6, p.1591-1600, nov.-dez. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rcefac/2013nahead/54-12.pdf>. Acesso em: 22/04/2014.

ZAIDAN, S.; CALDEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, B. J.; SILVA, P. G. C. *Pós-graduação, saberes e formação docente: uma análise das repercussões dos cursos de mestrado e doutorado na prática pedagógica de egressos do programa de pós-graduação da faculdade de educação da UFMG* (1977-2006). Educação em revista, Belo Horizonte, v.27, n.01, p.129-160, abril 2011. Disponível em:< http://www.scielo.br/pdf/edur/v27n1/v27n1a07.pdf >. Acesso em: 03/05/2014.

RESPONSABILIDADE AUTORAL

"Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho".

AN ANALYSIS OF PROFESSIONAL SITUATION OF THE INDUSTRIAL MATHEMATICS` GRADUATES OF FEDERAL UNIVERSITY OF GOIÁS – REGIONAL CATALÃO

Silva, Anayama A., anayama.alves@gmail.com[1]
Hordones, Paulo A. M.[2]
Fuchigami, Hélio Y.[3]

[1]Federal University of Goiás - UFG
[2]Federal University of Goiás - UFG
[3]Federal University of Goiás - UFG

Abstract. *This article reports a study about the bachelor's profile of Industrial Mathematics course and addresses their current professional situation in the job market. The graduates were interviewed by mean of objective and subjective questions. Results were analysed qualitatively and quantitatively. It was concluded there is no graduates working as industrial mathematician and some actions are necessary to change this scenario.*

Keywords: *Graduates, Industrial Mathematicians, Professional Situation*.