UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

ESCOLA DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

EFEITO DA CORROSÃO DE TUBULAÇÕES DE AÇO GALVANIZADO NA PRESSÃO DE UM SISTEMA PREDIAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

BRUNO ARAÚJO DA SILVA

Goiânia, Goiás

2017

BRUNO ARAÚJO DA SILVA

EFEITO DA CORROSÃO DE TUBULAÇÕES DE AÇO GALVANIZADO NA PRESSÃO DE UM SISTEMA PREDIAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Dr Saulo Bruno Silveira e Souza

Goiânia, Goiás

2017

BRUNO ARAÚJO DA SILVA

EFEITO DA CORROSÃO DE TUBULAÇÕES DE AÇO GALVANIZADO NA PRESSÃO DE UM SISTEMA PREDIAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Aprovada em 07/07/2017.

Prof. Dr. Saulo Bruno Silveira de Souza (Presidente)

Universidade Federal de Goiás

Ricardo Prado Abreu Reis

Prof. Msc. Ricardo Prado Abreu Reis (Examinador)

Universidade Federal de Goiás

Prof. Dr. José Vicente Granato Araújo (Examinador)

Universidade Federal de Goiás

Visto do orientador: _____

Em: 10/07/2017

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo avaliar e mensurar os efeitos da corrosão em tubulações de aço galvanizado, determinando suas causas, principais patologias, tipos de corrosão, em edificações que não apresentaram o devido e correto serviço de manutenção e/ou procedimentos corretos de assentamento ou o não cumprimento de exigências normativas na produção do produto. Sendo estes cuidados indispensáveis para que a edificação não manifeste patologias. A revisão bibliográfica, realizada no decorrer deste trabalho, trata desde os aspectos da manutenção predial até as patologias apresentada pelas tubulações de aço galvanizado. Destacou-se ainda as normas vigentes atuantes sobre este tipo de tubulação, deste a confecção, instalação, manuseio e manutenção. A metodologia teve como princípio levantamentos documentais, como projetos arquitetônicos e hidráulicos de um edifício residencial multifamiliar, bem como a detecção da corrosão nos tubos de aço galvanizado e medições de pressões. Como resultados foram obtidos, em campo, o registro fotográfico das patologias e também a leitura das pressões disponíveis no chuveiro do apartamento mais desfavorável. Desta forma os resultados foram conforme esperados, ou seja, patologias nas tubulações e a pressão disponível no ponto de uso menor do que o proposto teoricamente por equações.

Palavras chave: Tubulações de Aço Galvanizado; Corrosão; Patologia; Sistemas prediais hidráulico-sanitários;

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Corrosão química em uma tubulação.....16

Figura 3.2- Tubulações de aço galvanizado. 18

Figura 3.3 - Esquema de proteção catódica do revestimento de zinco.....20

Figura 3.4 - Corrosão em tubo zincado, mostrando a camada marrom de óxido férrico (FeOOH) e carbonato básico de zinco em branco.....21

Figura 3.5 - Corrosão externa.....21

Figura 3.6 - Corrosão na interna da tubulação.....21

Figura 3.7 - Par galvânico entre uma tubulação de aço galvanizado, na vertical, e uma tubulação de cobre, na horizontal.....22

Figura 3.8 - Esquema de isolamento entre o contando de suportes de tubulações metálicas...22

Figura 3.9 - Seção de uma tubulação sofrendo tuberculização 23

Figura 3.10 - Deterioração do C com o tempo. (HUDSON, 1966).....24

Figura 4.1 - Datalogger de pressão utilizado no monitoramento da pressão.....35

Figura 5.1 – Casa de bombas do reservatório apoiado 36

Figura 5.2 – Hidrômetro do condomínio.....36

Figura 5.3 - Ducha Higiênica 37

Figura 5.4 – Curva de 90º substituída por uma de PVC.....37

Figura 5.5 – Manchas na bacia sanitária 38

Figura 5.6 – Tubulação substituída da bacia sanitária.....38

Figura 5.7 - Corrosão externa no barrilete de distribuição.....39

Figura 5.8 - Substituição do trecho.....39

Figura 5.9 - Tubulações corroídas.....40

Figura 5.10 - Tuberculo na tubulação.....40

Figura 5.11 – Corrosão interna da tubulação de 50mm.....41

Figura 5.12 – Exterior da tubulação de 50mm. 41

Figura 5.13 - Corrosão interna da tubulação de 30mm. 41

Figura 5.14 - Exterior da tubulação de 30mm.. 41

Figura 5.15 - Variação da espessura da parede devido à corrosão. 42

Figura 5.16 - Tuberculização da tubulação de 30mm. 42

Figura 5.17 - Recorte do projeto hidráulico do banheiro social 43

Figura 5.18 - Tomada de pressão no chuveiro social dos quartos. 44

Figura 5.19 - Leitura das pressões. 45

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Tipos de Corrosão (O'DAY et al., 1986)..... 23

Tabela 3.2 - Vazão nos pontos de utilização em função do aparelho sanitário e peça de utilização..... 27

Tabela 5.1 - Vazão no chuveiro..... 43

Tabela 5.2- Tabela de Pressão teórica 43

Tabela 5.3 - Comparativo entre pressões lidas e registras..... 45

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 9

2. OBJETIVOS 10

2.1 OBJETIVO GERAL 10

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 10

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 11

3.1 MANUTENÇÃO PREDIAL 11

3.2 PATOLOGIAS NO SISTEMA HIDROSSANITÁRIO 14

3.3 CORROSÃO EM TUBULAÇÕES DE AÇO 15

3.4 PATOLOGIAS EM TUBULAÇÕES DE AÇO GALVANIZADO 20

3.5 DESEMPENHO HIDRÁULICO DA TUBULAÇÃO 24

3.6 NORMAS VIGENTES 26

4. METODOLOGIA 33

4.1 ESCOLHA DA EDIFICAÇÃO 33

4.2 LEVANTAMENTO DOCUMENTAL 34

4.3 LEVANTAMENTO EM CAMPO 34

4.4 MONITORAMENTO DA PRESSÃO 35

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES 36

5.1 INSPEÇÃO DE CAMPO 36

5.2 PRESSÃO TEÓRICA 43

5.3 MONITORAMENTO DA PRESSÃO 44

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS 46

7. BIBLIOGRAFIA 47

1. INTRODUÇÃO

Por muito tempo as tubulações de aço galvanizado foram as predominantes na execução de sistemas prediais de suprimento e distribuição de água fria. Este material, apresenta boa resistência mecânica, resistência ao fogo, normalização e longa duração. Entretanto, por apresentar uma série de cuidados adicionais quanto a sua utilização e desvantagens quanto ao processo construtivo, custo e suscetibilidade à corrosão em comparação com outros tipos de materiais que surgiram ao longo do desenvolvimento da indústria de tubos e conexões, as tubulações em aço galvanizado perderam espaço no mercado para tubulações como o de PVC (cloreto de polivinila) e seu uso, atualmente, tem sido restrito a pequenas partes do sistema hidrossanitário.

Apesar da sua pouca utilização, as edificações antigas, construídas até início da década de 80, permaneceram com suas instalações de tubulações de aço galvanizado e, com o passar dos anos, problemas relacionados a tais tubulações ainda serão comuns. Um dos inconvenientes mais relatados são os vazamentos devido a deterioração da tubulação por meio da corrosão. Esta patologia, por sua vez, danificam a estrutura das edificações, os revestimentos, os sistemas elétricos, móveis em geral, entre outros. Há também a possibilidade de entupimentos, causado pela redução da seção do tubo por tuberculizações e, consequentemente, queda na pressão e na vazão, podendo ainda ocorrer a liberação de substâncias nocivas à saúde na água (TAJCHMAN, 1985).

Desta forma verifica-se que é comum em prédios residenciais, edificados até o final da década de 70, realizarem a substituição desse tipo de tubulação. O critério de troca ainda não é claro, cabendo ao usuário trocar quando convém, ou as manutenções não serem mais suficientes. A pressão no ponto de utilização é reduzida ao longo do tempo e com isso não se sabe ao certo em quanto tempo que as pressões mínimas nos pontos de utilização serão alcançadas. Com esse trabalho, será monitorado a pressão em um ponto de utilização e comparar com a estimada de maneira teórica.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho consiste em analisar os efeitos da corrosão eletroquímica em tubulações de aço galvanizado em um sistema hidráulico predial.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Apresentar um estudo sobre as principais causas e consequências da deterioração das tubulações de aço galvanizado no sistema predial hidrossanitário;
- Fazer o levantamento das corrosões apresentadas nas tubulações de uma edificação residencial construída em 1976, alvo deste trabalho;
- Comparar a pressão teórica, obtida através das equações estabelecidas pelas normas vigentes, com a pressão real medida in-loco em uma edificação residencial com 40 anos de uso que apresenta corrosão em sua tubulação;
- Analisar o acréscimo da perda de carga ao longo dos anos devido a deterioração das tubagens de aço galvanizado.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na revisão bibliográfica deste trabalho é feito um aparato da cultura de manutenção dos sistemas hidráulicos prediais no Brasil, citando os conceitos de química nos fenômenos de corrosão. Ainda, destacou-se os pontos mais importantes das normas vigentes que norteiam os procedimentos de manutenção e desempenho a serem atendidos, bem como os principais efeitos patológicos do fenômeno da corrosão em tubulações de aço galvanizados nos sistemas hidrossanitários.

Sendo então divididos nos seguintes temas: (3.1) Manutenção predial; (3.2) Patologias no sistema hidrossanitário; (3.3) Corrosão em tubulações de aço galvanizado; (3.4) Patologias em tubulações de aço galvanizado; (3.5) Desempenho hidráulico da tubulação; (3.6) Normas vigentes;

3.1 MANUTENÇÃO PREDIAL

O cuidado com o surgimento de problemas em edificações são motivos de preocupação a muito tempo. Segundo LICHTENSTEIN (1985), já em 1772 a. C., o código de Hamurabi, baseado nas leis de Talião, já se preocupava com possíveis colapsos em edificações e impunha ao construtor a responsabilidade, cabendo até pena de morte. Como relatado no texto antigo a seguir.

> *§ 229 - "Se um construtor edificou uma casa para um Awilum, mas não reforçou seu trabalho, e a casa que construiu caiu e causou a morte do dono da casa, esse construtor será morto". – Código de Hamurabi*

Desta forma, com a contínua evolução da civilização e da tecnológica, e juntamente com construções cada vez mais complexas, houve um aumento dos riscos envolvidos nos processos construtivos e, consequentemente, uma maior preocupação referente às manifestações patológicas nas construções que não são apenas relacionadas ao colapso estrutural, mas também, por todas as manifestações construtivas que gerem desconforto ao usuário de alguma forma, podendo ser visual, funcional ou outra (LICHTENSTEIN, 1985).

A inexistência da manutenção preventiva e corretivas nas edificações é a responsável por diversas patologias das mais variadas, que por sua vez são causadoras de danos materiais e até mesmo pessoais. Tais danos são significativos atingindo não apenas o proprietário, mas também a sociedade em geral (LOURENÇO, 2011).

Sabe-se que ausentando a manutenção, a vida útil de uma edificação fica comprometida. A vida útil, conforme a NBR 5674 (ABNT, 2012) é definida, como o intervalo de tempo na qual as partes constituintes da edificação atenderão aos requisitos funcionais para os quais foram projetadas, obedecidos os planos de operação, uso e manutenção previstos.

No Brasil, os procedimentos relativos às atividades de manutenção predial passam por transformações desde a década de 1980, quando era comum os edifícios terem equipe própria de manutenção. Nas décadas seguintes, uma tendência de terceirização desses serviços de manutenção ganhou forças e, empresas estão cada vez mais especializadas e consolidadas neste ramo da construção civil. Um mercado que tem muito a crescer devido às constantes atualizações de normas de desempenho, NBR 155575 (ABNT, 2013) e NBR 5674 (ABNT, 2012), que indicam que mudanças nos procedimentos de manutenção predial pós-uso sejam feitas (CONSTRUÇÃO MERCADO, 2010).

Entretanto, comparado com outros países mais desenvolvidos, o mercado brasileiro ainda carece de serviços especializados e de investimento. Não é apresentado investimentos em áreas como engenharia de confiabilidade, técnicas preditivas e na engenharia de manutenção.

Há ainda uma grande resistência dos condôminos em relação à manutenção rotineira e preventiva, seja por não querer arcar com os custos ou por desconhecimento de sua importância, o que dificulta o crescimento de empresas no ramo da manutenção, fazendo com que esses serviços sejam realizados muitas vezes por profissionais autônomos sem muito conhecimento na área (CONSTRUÇÃO MERCADO, 2010).

Publicações como: IBDA – FÓRUM DA CONSTRUÇÃO-(2014) e GOMIDE-(2009), abordam a cultura de manutenção predial do brasileiro. Afirmam que ainda estamos muito distantes da realidade dos países mais desenvolvidos, e que há quase uma negligência de manutenção preventiva nos edifícios residenciais.

> *Segundo dados da ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção, o setor de manutenção tem movimentado, anualmente, perto de 10 bilhões de reais. E olha que ainda falta muito para que as pessoas assimilem a ideia de que destinar dinheiro para a manutenção preventiva é investimento e não gastos desnecessários. Prova disso é o número de edifícios em condições visíveis de degradação em nossas cidades, tratando-se, inclusive, inúmeras vezes, de prédios que representam verdadeiros patrimônios históricos. A falta de manutenção predial representa prejuízo no bolso e, pior ainda, um risco para a saúde e segurança de moradores, no caso de um prédio residencial e seus frequentadores e usuários, no caso dos prédios comerciais. Isso para não falarmos de toda a população, quando pensamos em prédios localizados em regiões centrais. (IBDA – FÓRUM DA CONSTRUÇÃO, 2014)*

> *Consoante preconiza a norma NBR 5674/99 da ABNT - Manutenção em Edificações é o conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes de atender as necessidades e segurança de seus usuários. [...] assim sendo, a ausência ou falhas da manutenção predial podem prejudicar o bom funcionamento ou até mesmo impedir a utilização da edificação, nos casos mais graves, afetando diretamente os usuários, trazendo graves prejuízos. Porém, a cultura da manutenção é incipiente no Brasil, sendo raros os prédios que recebem os serviços adequados dessa atividade. (GOMIDE, 2009).*

PAJUDAS (2005) afirma que apesar de diversos estudos na área de manutenção, na prática tais procedimentos não são aplicados, havendo somente manutenção de emergência.

> *Infelizmente, todos esses conceitos teóricos não vêm sendo aplicados na prática da manutenção brasileira. A manutenção como é, atualmente, está focada em consertar o que está quebrado, sem a disponibilização de recursos necessários à implantação de plano de atividades particularizado a cada empreendimento, o qual deveria considerar alguns pontos fundamentais para o sucesso do programa de manutenção: vida transcorrida das instalações, tipos e frequências de uso, horas de funcionamento de máquinas e equipamentos, operacionalidade e perdas de desempenho (PAJUDAS, 2005).*

Para se obter êxito na manutenção predial é necessário a existência de um programa de manutenção de ciclo contínuo. Sendo que, um bom programa de manutenção predial para edifícios deve constar procedimentos periódicos de inspeção, levando em consideração o ambiente no qual a construção está inserida, as condições prévias da estrutura, a análise criteriosa dos métodos que serão utilizados para se diagnosticar os problemas da edificação e também a importância da análise visual para a identificação da extensão dos danos (LOURENÇO, 2011).

Ainda segundo LOURENÇO (2011), a gestão da manutenção predial é uma forma racional e pouco custosa para a detecção preventiva de patologias e para a correta intervenção em construções que apresentem danos. O estudo de caso corrobora a ideia de que a maior parte das anomalias verificadas nas edificações é o resultado da negligência de seus gestores em adotar programas eficientes de manutenção predial.

3.2 PATOLOGIAS NO SISTEMA HIDROSSANITÁRIO

O sistema predial de suprimento e distribuição de água fria é o responsável por proporcionar ao usuário as condições ideais para atividades importantes como a de higiene do ambiente, higiene pessoal, preparação de alimentos, lavagem de louças e roupas.

Segundo CARVALHO JÚNIOR (2013), de acordo com alguns estudos, estima-se que cerca de 75% das patologias da construção são decorrentes de problemas relacionados às instalações hidráulicas-sanitárias prediais. O que nos alerta que o controle desse subsistema é de extrema importância.

Diferentemente de um sistema estrutural que sofre, sem muitas manifestações, a falta de manutenção, problemas de projeto, de execução entre outras falhas construtivas, um sistema hidrossanitário de uma edificação apresenta rapidamente para os usuários o seu defeito. Como vazamentos, entupimentos, mal cheiro refluxo, oscilação de pressões e vazões e, consequentemente, aumento na conta de fornecimento de água e mofos. Desta forma as instalações hidráulicas devem receber cada vez mais atenção de seus proprietários, construtoras e projetistas.

A durabilidade de qualquer sistema hidráulico-predial é intrinsecamente relacionada ao comportamento de todos os componentes da rede, sendo estes, a durabilidade dos materiais empregados, as condições do meio na qual os materiais serão solicitados e as condições de uso que o sistema hidráulico será submetido e à realização da manutenção periódica (SOARES, 2010).

A partir da ocupação da edificação, os instrumentos hidrossanitários já são solicitados, processo que é esperando e natural. Com isso os processos de desgaste e obsolescência dos

materiais são causados por diversos fatores, que podem ser falhas na instalação, processos naturais de desgaste e/ou exposições a ambientes inadequados (TEIXEIRA et al., 2011)

As falhas apresentadas em um sistema hidráulico predial nem sempre envolve risco à saúde dos usuários. Entretanto podem ocorrer: vazamentos devido à corrosão, que causam estragos na estrutura, instalações elétricas, móveis em geral. Há também a possibilidade de entupimentos, causando redução da vazão, consequentemente queda na pressão, sendo ainda que tais substancias podem ser nocivas à saúde humana quando consumidas (TAJCHMAN, 1985).

3.3 CORROSÃO EM TUBULAÇÕES DE AÇO

A corrosão, comumente conhecida como "ferrugem", é associada aos processos naturais que estão sujeitos os mais diversos tipos de metais. A corrosão que pode ser detectada em vários ambientes como portões, grades, janelas e até nas armaduras de um concreto (MAINIER et al., 2002).

Ainda segundo MAINIER et al. (2002) a corrosão pode ser definida com um processo químico ou eletroquímico de destruição total, parcial, superficial ou estrutural dos materiais suscetíveis a tal processo. Sendo, desta forma, um crescente e contínuo desafio ao ser humano, que busca aprimorar a tecnologia para proteger tais materiais e evitar a corrosão.

Distingue-se os processos corrosivos em três grupos, podendo ser: corrosão química, corrosão eletroquímica e eletrolítica.

A **corrosão química** é um processo no qual o meio na qual o material está inserido reage na superfície de contato entre eles. A corrosão então se manifesta em toda a área lateral do material atingindo igualmente toda a superfície exposta à ação agressiva do ambiente. Como um ataque pode se citar, o ferro (Fe) reagindo com o gás oxigênio (O_2), caracterizando uma oxidação seca, o que geralmente se constitui de uma camada apassivadora que bloqueia que o oxigênio entre e a corrosão continue, como exposto na Figura 3.1 (TAJCHMAN, 1985).

A reação genérica da oxidação seca é dada por meio da Equação 3.1.

$$Metal + Oxigênio \rightarrow Óxido\ do\ Metal \quad (3.1)$$

Figura 3.1 - Corrosão química em uma tubulação.

Fonte: <https://goo.gl/VEmss4>

Já a **corrosão eletrolítica** consiste em um processo eletroquímico, ou seja, é um processo não espontâneo devido a aplicação de uma corrente elétrica externa. Tais correntes são conhecidas como correntes de fuga, parasita ou estranhas. É um fenômeno que se verifica com frequência em tubulações enterradas de petróleo e água, em cabos telefônicos enterrados, em tanques de combustível. Essas correntes são devido às falhas de isolamento e/ou aterramento, sem controle tecnológico, provocando fuga de corrente para o solo.

A **corrosão eletroquímica**, processo que será destacado neste trabalho, se caracteriza pela ação em um meio aquoso com trocas eletrônicas (eletrólito) agindo na superfície de contato do material onde acontece as reações. É um processo espontâneo e o fluxo dos elétrons é da região anódica para a catódica.

As reações que se estabelece na corrosão eletroquímica no ferro são basicamente as seguintes, conforme PIERRE (1999).

Na região anódica temos Equação 3.2.

$$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^{-} \quad (3.2)$$

Na região catódica temos Equações 3.3 e 3.4.

Na presença de O_2:

$$4H^{+} + O_2 + 4e^{-} \rightarrow 2H_2O \quad (3.3)$$

Na ausência de O_2:

$$2H^{+} + 2e^{-} \rightarrow H_2 \quad (3.4)$$

A reação ocorre rapidamente em meio ácido, e lentamente em meio alcalino. Formando-se assim o hidróxido ferroso ($2Fe(OH)_2$) conforme Equação 3.5. Que é um composto solúvel na cor branca, apresentando-se esverdeado na presença de oxigênio e apresenta em solução um pH de 9,5.

$$2Fe + 2H_2O + O_2 \rightarrow 2Fe(OH)_2 \quad (3.5)$$

Sendo que o hidróxido ferroso na presença de oxigênio dissolvido, pode se transformar em hidróxido férrico, como expresso pela Equação 3.6.

$$4Fe(OH)_2 + 2H_2O + O_2 \rightarrow 4Fe(OH)_3 \quad (3.6)$$

Desta forma, para solucionar o problema de corrosão, técnicas de proteção anticorrosivas, como a galvanização, são utilizadas afim de evitar e/ou amenizar a deterioração causada nas tubulações (MAINIER et al., 2012).

O processo de galvanização consiste em submergir um metal, neste caso a tubulação de aço, em um substrato de zinco fundido, formando assim uma camada de proteção. Aderindo assim ao aço por um processo de eletrólise, o zinco. Processo que é regulamentado pela NBR 7397 (ABNT, 1990).

Nesse processo de eletrólise, o aço é ligado ao polo negativo, o cátodo, sofrendo assim a redução, agregando íons de zinco e a solução de zinco ligado ao polo positivo sofrendo a oxidação, o ânodo. Nesse processo a solução de zinco varia entre 430 e 460 ºC, o que acelera a galvanização (Zincagem).

Tal método utilizado, protege e garante ao aço uma maior durabilidade e uma menor corrosão, imputando uma proteção a longo prazo.

A utilização desses tubos geralmente é em instalações de água fria e quente para consumo humano, sistemas de combate a incêndio, redes de ar comprimido, instalações de ar-condicionado, redes de distribuição de gás, entre outras utilizações.

As principais vantagens desse tipo de tubulação são: maior resistência mecânica, menor deformação, resistência a altas temperaturas (Sendo indicado em sistemas de combate a incêndio). Entretanto apresentam desvantagens quanto: capacidade de corrosão, o que pode comprometer a qualidade da água, pelos resíduos gerados. Apresenta ainda uma maior transmissão de ruídos ao longo dos tubos, maior perda de pressão devido ao acréscimo da rugosidade relativa da tubulação, peso elevado e também um alto custo em comparação com outros tipos de materiais como o PVC (LEITE, 2008). Como exemplificado na Figura 3.2.

Figura 3.2- Tubulações de aço galvanizado.

Fonte: <https://goo.gl/2ijgXQ>.

Por muito tempo as tubulações de aço galvanizado foram as predominantes nos sistemas prediais de água fria, apresentam boa resistência mecânica, resistência ao fogo, normalização e longa duração (TAJCHMAN, 1985).

Entretanto, por apresentar uma série de cuidados adicionais, e que segundo SOARES (2010), a falta de manutenção adequada leva à ocorrência de corrosão em das tubulações de aço galvanizado. Vieram a ser substituídas por tubulações com um custo de fabricação menor, e entre outras séries de vantagens como as tubulações de cloreto de polivinila (PVC).

No entanto, mesmo com sua decrescente utilização, as tubulações antigas permaneceram nas edificações e com o passar dos anos problemas com tais tubulações ainda são comuns. Os inconvenientes mais encontrados podem ser vazamentos devido à corrosão, que causam estragos na estrutura, instalações elétricas, móveis em geral. Há também a possibilidade de entupimentos, causando redução da vazão, consequentemente queda na pressão, sendo ainda que tais substancias podem ser nocivas à saúde humana quando consumidas (TAJCHMAN, 1985).

A vida útil desse material depende de uma série de fatores como: pH da água transportada, espessura da tubulação, tipos de utilização, condições de exposição. E até mesmo de sais minerais dissolvidos, que pode ser de elevada concentração de carbonatos e de bicarbonatos de cálcio e magnésio, e além de cloretos, oxigênio e cloro ativo livre, presentes em pequenas concentrações (GNIPPER, 2012).

Conforme Gnipper (2012), devido a inúmeros fatores que podem influenciar a vida útil dessas tubulações, e que a partir de uma certa idade em operação, os incômodos com vazamentos, ruídos e constantes reparos pontuais passam a ser significativos, recomenda-se a completa substituição da tubulação. Sugere ainda que a vida útil é cerca de 12 a 18 anos para tubos de aço galvanizado com conexões de ferro maleável galvanizado (porém apenas de 8 a 10 anos em certas localidades).

> *[...] dois tubos deste material, de uma mesma marca e mesmo lote de fabricação, poderão ter durabilidades diferentes ao conduzirem água com naturezas salinas diferenciadas; por exemplo, 18 anos de vida útil na região da serra fluminense e apenas 8 anos em Curitiba e região metropolitana. Entretanto, há tubulações de aço carbono galvanizadas cuja utilização em Curitiba já passa de 25 anos e ainda apresentam bom desempenho. Este foi o caso do Condomínio Residencial Iguaçú, objeto de laudo técnico de minha autoria, Engº Sérgio Frederico Gnipper, cujas tubulações de água fria, originalmente de aço galvanizado, estiveram em uso satisfatório por quase 40 anos e só recentemente deram mostras de obsolescência, requerendo completa substituição (GNIPPER, 2012).*

3.4 PATOLOGIAS EM TUBULAÇÕES DE AÇO GALVANIZADO

A corrosão de revestimentos zincados, segundo MANIRER et al. (2002), pode ser avaliada de duas maneiras. A primeira é a reação direta entre o zinco e o meio corrosivo. A segunda é a corrosão agindo diretamente sobre a superfície do aço quando a proteção de zinco apresenta pequenas falhas ou uma elevada porosidade.

Segundo ALMEIDA & PANOSSIAN (1999 apud MANIRER et al.,2002), sob a ação agressiva de atmosferas limpas e na presença de gás carbônico (CO_2), o produto de corrosão formado sobre as superfícies zincadas, de cor branca, são os hidróxidos de zinco juntamente com carbonato de zinco formando carbonato básico de zinco conforme as reações das Equações 3.7 a 3.9.

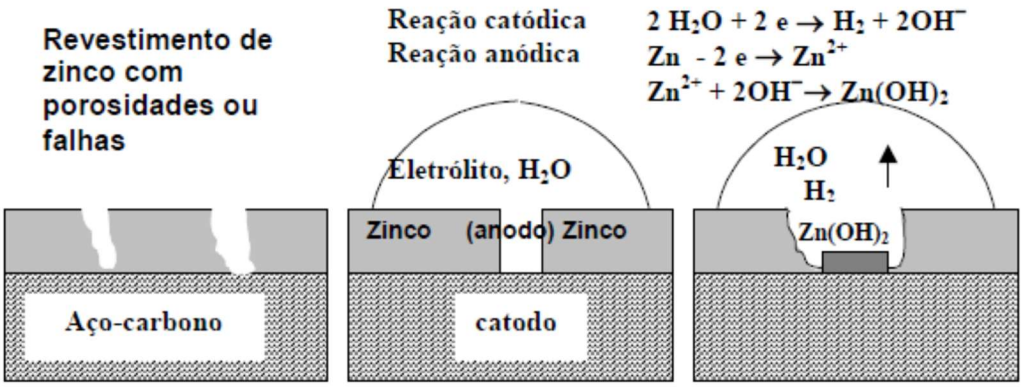
$$\mathrm{Zn}^{2+} + 2OH^{-} \rightarrow \mathrm{Zn(OH)}_2 \tag{3.7}$$

$$\mathrm{Zn}^{2+} + {CO_3}^{2-} \rightarrow \mathrm{Zn}CO_3 \tag{3.8}$$

$$2\mathrm{Zn}^{2+} + 2OH^{-} + {CO_3}^{2-} \rightarrow \mathrm{Zn(OH)}_2.\mathrm{Zn}CO_3 \tag{3.9}$$

Já a corrosão agindo diretamente sobre a superfície do aço, o zinco funciona como o anodo, enquanto a superfície exposta do aço é protegida catodicamente conforme esquema representado na Figura 3.3,

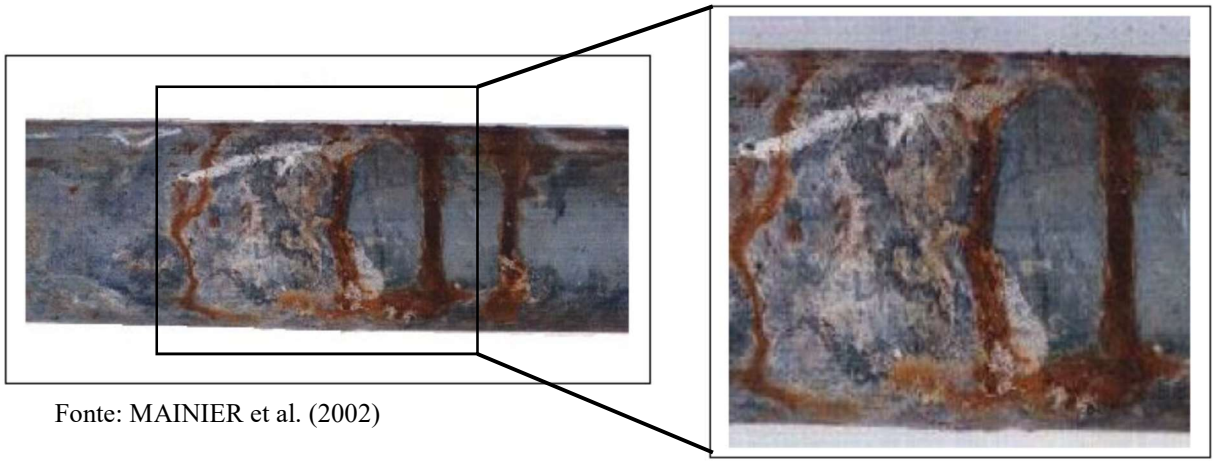
Figura 3.3 - Esquema de proteção catódica do revestimento de zinco.



Fonte: Mainier et. al. (2002)

Para exemplificar os tipos de corrosão, a seguir será apresentada em fotos (Figura 3.4 - Figura 3.5 - Figura 3.6), casos de corrosão interna e externa nesse tipo de tubulação. Essas fotos são do trabalho de MAINIER et al. (2002), e elas retratam tubulações que por quinze anos transportaram água tratada fornecida pela concessionária local.

Figura 3.4 - Corrosão em tubo zincado, mostrando a camada marrom de óxido férrico (FeOOH) e carbonato básico de zinco em branco.

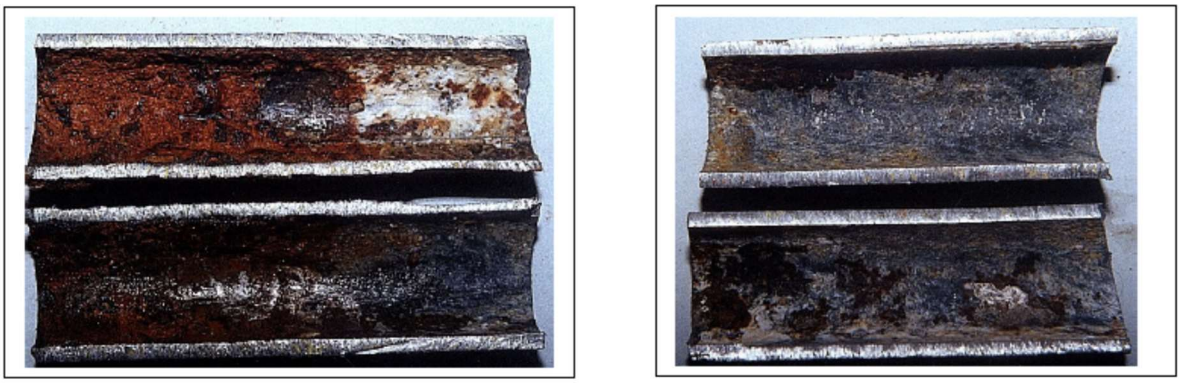


Fonte: MAINIER et al. (2002)

Figura 3.5 - Corrosão externa.

Fonte: MAINIER et al. (2002)

Figura 3.6 - Corrosão na interna da tubulação.



Fonte: MAINIER et al. (2002)

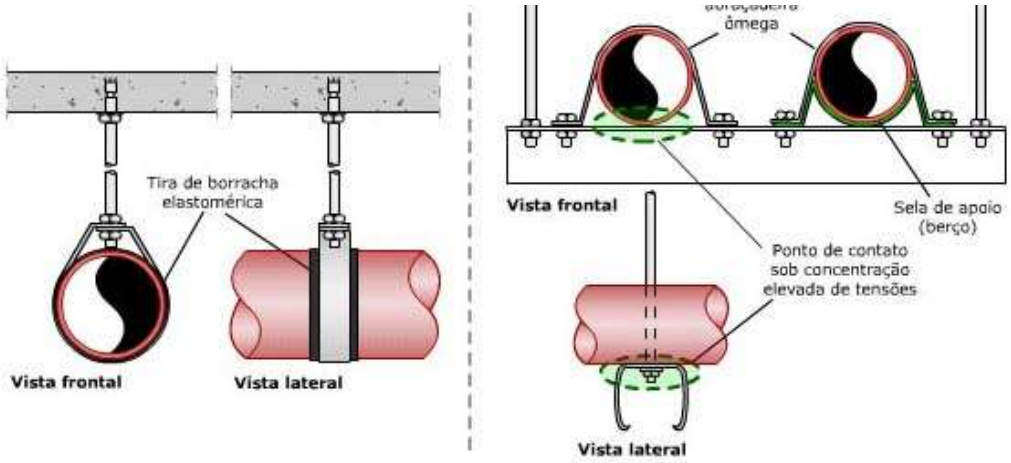
Outro fator que contribui para a corrosão de tubulações de aço galvanizado, segundo GNIPPER (2012), é o chamado "par galvânico" ou "pilha galvânica". Quando dois materiais com propriedades eletroquímicas diferentes são colocados em contato direto um com o outro em presença de água, surge uma pequena corrente elétrica que origina reações químicas que degrada o material menos nobre, conforme Figura 3.7.

Figura 3.7 - Par galvânico entre uma tubulação de aço galvanizado, na vertical, e uma tubulação de cobre, na horizontal.

Fonte: GNIPPER, 2012.

Como exposto na Figura 3.7, esse tipo de adaptação é inadmissível. Irá sempre ocasionar na corrosão do material menos nobre, que neste caso é a tubulação de aço galvanizado, ocasionado vazamentos. Entretanto, em algumas situações o contato entre dois metais distintos pode ser anulado, que é interpondo uma camada isolante de material não condutor entre eles. É o caso de tiras de borracha utilizadas em braçadeiras ou ganchos, conforme o esquema da Figura 3.8.

Figura 3.8 - Esquema de isolamento entre o contando de suportes de tubulações metálicas.



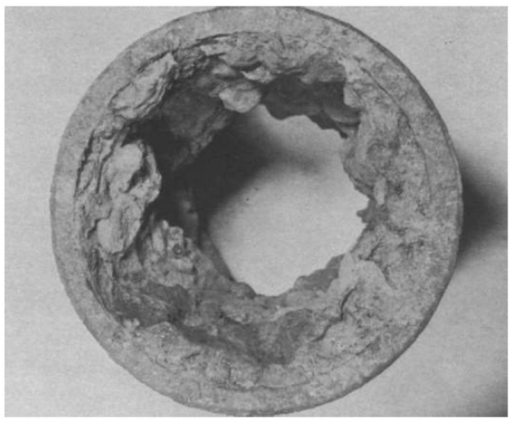
Fonte: GNIPPER, 2012.

A corrosão interna das tubulações, como já mencionado, dependem da característica da água transportada, como o pH, alcalinidade, bactérias e oxigênio dissolvido. A corrosão externa depende do meio na qual a tubulação está inserida. O'DAY et al. (1986) relatam 5 tipos de corrosão às tubulações, conforme Tabela 3.1, a seguir:

Tabela 3.1 - Tipos de Corrosão (O'DAY et al., 1986)

Tipo	**Localização**	**Descrição**
Tuberculização (Figura 3.9)	Interna	Caracteriza-se por formações esponjosas e duras que crescem como se fossem corais e que, uma vez que secas se "esfarelam" com relativa facilidade. Obs: É erroneamente designada por incrustação.
Corrosão de erosão	Interna	A má aderência de produtos da corrosão na parede da tubulação resulta na repetitiva formação e destruição de filmes da superfície. A parede corroída é continuamente exposta a futuros ataques.
Corrosão de Fenda	Interna	A natureza da área de superfície envolvida restringe a difusão. Essa forma de corrosão ocorre principalmente em juntas, superfícies sob material particulado ou imperfeições no revestimento de cimento devido à exclusão de O2 ou acumulação de íons de metal entre um depósito.
Pontos de Corrosão	Interna/Externa	Ataque corrosivo localizado resultante da penetração em lugares pontuais do metal. Ocorre principalmente em pontos onde a tubulação está em contato com ambiente corrosivo.
Grafitização	Interna/Externa	A retirada de ferro da estrutura metálica resulta numa redução efetiva da espessura da parede da tubulação visto que a grafite remanescente não garante a integridade estrutural.

Figura 3.9 - Seção de uma tubulação sofrendo tuberculização



Fonte: O'DAY ET AL., 1986.

3.5 DESEMPENHO HIDRÁULICO DA TUBULAÇÃO

A deterioração das superfícies internas e externas das tubulações estão diretamente relacionadas com a perda de carga dos condutos hidráulicos. Dentre as inúmeras equações existentes para o dimensionamento de tubulações hidráulicas a perda de carga pode ser calculada pela equação de Hazen-Williams (Equação 3.10).

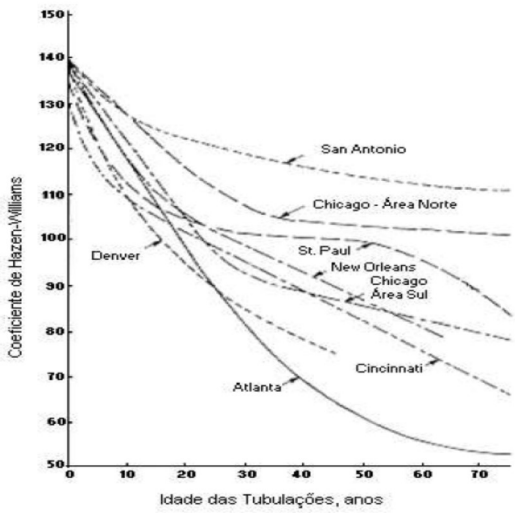
$$\mathrm{H} = 10{,}653\left(\frac{Q}{C}\right)^{1{,}85} D^{-4{,}87}\, L \qquad (3.10)$$

Sendo:

- Q = vazão na tubulação (m3/s);
- H = perda de carga (m)
- C = coeficiente relativo à rugosidade na tubulação;
- D = diâmetro interno da tubulação (m);
- L = comprimento da tubulação (m).

A diminuição da capacidade hidráulica de uma tubulação pode ser expressa ainda como a deterioração de seu coeficiente de Hazen-Williams ao longo dos anos. Entretanto a taxa de deterioração varia conforme o tipo de tubulação, qualidade da água transportada e as práticas de manutenção. Hudson (1966) investigou as variações do coeficiente relativo à rugosidade e propôs para alguns sistemas de distribuição nos Estados Unidos, conforme Figura 3.10.

Figura 3.10 - Deterioração do C com o tempo. (HUDSON, 1966).



Todos os modelos apresentados na Figura 3.10 são derivados de tubulações metálicas, não necessariamente de aço galvanizado. Ainda é importante ressaltar que a variação proposta por Hudson é válida para tubulações de diâmetros maiores do que 50mm que são característicos de sistemas urbanos de distribuição de água. Desta forma percebe-se o quanto é importante realizar o dimensionamento hidráulico prevendo o consumo futuro e a deterioração ao longo do prazo das tubulações, (SARZEDAS, 2009).

Para um sistema onde os diâmetros são predominantemente menores do que 50 mm, como em sistemas prediais de água fria, é bastante utilizado a equação de Fair-Whipple-Hsiao(Equação 3.11), PORTO (2006), adaptada para tubulações de aço galvanizado.

$$\mathrm{J} = 0{,}002021 Q^{1{,}85} D^{-4{,}87} \qquad (3.11)$$

Sendo:

- Q = vazão na tubulação (m^3/s);
- J = Perda de carga unitária (mca/m);
- D = diâmetro interno da tubulação (m);

Para a equação de Fair-Whipple-Hsiao não foram encontradas propostas para o envelhecimento da tubulação. Sendo a mesma tendo como aplicação tubulações novas.

3.6 NORMAS VIGENTES

O estudo de caso deste trabalho baseia-se nos preceitos estabelecidos pelas normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT): **NBR 5626-(ABNT, 1998)** – Instalação predial de água Fria. **NBR 5674-(ABNT, 2012)** – Manutenção de edificações – Procedimento. **NBR 15575-6-(ABNT, 2013)** – Edificações Habitacionais – Parte 06 – Requisitos para os sistemas hidrossanitários. **NBR 5590-(ABNT, 2015)** – Tubo de aço-carbono com ou sem costura, pretos ou galvanizados por imersão a quente. **NBR 9256-(ABNT,1986) –** Montagem de tubos e conexões galvanizadas para instalações prediais de água fria.

- **NBR 5626** – Instalação predial de água Fria.

Esta norma estabelece diretrizes e recomendações para o dimensionamento da rede de água fria em sistemas prediais. O sistema deve apresentar, conforme a própria norma:

> *As instalações prediais de água fria devem ser projetadas de modo que, durante a vida útil do edifício que as contém, atendam aos seguintes requisitos:*
>
> *a) preservar a potabilidade da água;*
>
> *b) garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade adequada e com pressões e velocidades compatíveis com o perfeito funcionamento dos aparelhos sanitários, peças de utilização e demais componentes;*
>
> *c) promover economia de água e de energia;*
>
> *d) possibilitar manutenção fácil e econômica;*
>
> *e) evitar níveis de ruído inadequados à ocupação do ambiente;*
>
> *f) proporcionar conforto aos usuários, prevendo peças de utilização adequadamente localizadas, de fácil operação, com vazões satisfatórias e atendendo as demais exigências do usuário.*

A norma ainda estabelece, no item 5.3, os requisitos de dimensionamento do sistema:

> *Item 5.3.1 [..]. Cada tubulação deve ser dimensionada de modo a garantir abastecimento de água com vazão adequada, sem incorrer no superdimensionamento.*
>
> *5.3.4 Velocidade máxima da água [...]. As tubulações devem ser dimensionadas de modo que a velocidade da água, em qualquer trecho de tubulação, não atinja valores superiores a 3 m/s.*

> *5.3.5 Pressões mínimas e máximas [...]. Em condições dinâmicas (com escoamento), a pressão da água nos pontos de utilização deve ser estabelecida de modo a garantir a vazão de projeto indicada na tabela 1 e o bom funcionamento da peça de utilização e de aparelho sanitário. Em qualquer caso, a pressão não deve ser inferior a 10 kPa, com exceção do ponto da caixa de descarga onde a pressão pode ser menor do que este valor, até um mínimo de 5 kPa, e do ponto da válvula de descarga para bacia sanitária onde a pressão não deve ser inferior a 15 kPa.*
>
> *5.3.5.2. Em qualquer ponto da rede predial de distribuição, a pressão da água em condições dinâmicas (com escoamento) não deve ser inferior a 5 kPa.*

A referida norma ainda sugere as vazões nos pontos de utilização para ser adotados no dimensionamento, conforme a Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Vazão nos pontos de utilização em função do aparelho sanitário e peça de utilização.

Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto L/s
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15
		Válvula de descarga	1,70
Banheira		Misturador (água fria)	0,30
Bebedouro		Registro de pressão	0,10
Bidê		Misturador (água fria)	0,10
Chuveiro ou ducha		Misturador (água fria)	0,20
Chuveiro elétrico		Registro de pressão	0,10
Lavadora de pratos ou de roupas		Registro de pressão	0,30
Lavatório		Torneira ou misturador (água fria)	0,15
Mictório cerâmico	com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50
	sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15
Mictório tipo calha		Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha
Pia		Torneira ou misturador (água fria)	0,25
		Torneira elétrica	0,10
Tanque		Torneira	0,25
Torneira de jardim ou lavagem em geral		Torneira	0,20

Fonte: NBR 5626 (ABNT, 1998)

No item 7 da NBR 5626/98, norteia-se preceito para a manutenção da instalação predial de água fria, conforme:

> ***7.1.1*** *Os procedimentos de manutenção da instalação predial de água fria devem ser fornecidos pelo construtor ao usuário. O planejamento da manutenção e a elaboração dos procedimentos correspondentes devem ser parte integrante do projeto, constituindo documento específico.*
>
> ***7.1.2*** *As exigências e recomendações, estabelecidas em 7.2, devem ser observadas quando da elaboração dos procedimentos de manutenção.*
>
> ***7.2.1*** *A instalação predial de água fria deve ser inspecionada periodicamente com frequência definida pelo responsável pela manutenção (usuário), muito embora a frequência de inspeção sistemática dependa do tamanho, tipo e complexidade da instalação*
>
> ***7.2.2*** *Procedimentos de manutenção adequados devem ser adotados, com vistas a manter os níveis de desempenho estabelecidos para a instalação quando do seu projeto. [..]*
>
> ***7.2.4*** *A adoção de rotinas de manutenção preventiva, sua frequência e custo devem ser considerados através da comparação com o custo da ruína do sistema, incluindo qualquer desdobramento que a parada do sistema possa causar, o que implica uma nova instalação para sua substituição. [...]*
>
> *7.2.8 Os serviços de manutenção e reparo devem ser executados por pessoas capacitadas, o que inclui treinamento apropriado e conhecimento das exigências regulamentada concernentes às instalações prediais de água fria.*

- **NBR 5676/2012** – Manutenção de edificações – Procedimento.

Esta norma estabelece os requisitos para a gestão do sistema de manutenção dos edifícios. O sistema de manutenção inclui meios para: (a) preservar características originarias das edificações; (b) prevenir a perda do desempenho decorrente da degradação de seus subsistemas, elementos ou componentes.

Esta norma estabelece princípios gerais para a gestão do sistema de manutenção, abordando fundamentalmente procedimentos organizados segundo uma lógica de controle e qualidade e de custo da manutenção. No caso das instalações de água fria, esta norma atua em paralelo com as normas NBR 15575 e NBR 5626/98, para que as condições impostas sejam atendidas.

- **NBR 15575-6** – Edificações Habitacionais – Parte 06 – Requisitos para os sistemas hidrossanitários.

Esta norma nos itens (7) Segurança Estrutural; (10) Estanqueidade; (12) Desempenho acústico; (14) Durabilidade e manutenibilidade; (15) Saúde, higiene e qualidade do ar; (16) Funcionalidade e acessibilidade**.** Sendo que tais itens tange o sistema de água fria de uma edificação. As principais considerações são:

Segurança Estrutural

As tubulações, quando solicitadas ou não, devem garantir resistência suficiente para preservação de sua estrutura, garantindo a não ruptura e não deformação. Para garantir tal segurança, dispositivos extras devem ser acoplados, como suportes, válvulas redutoras pressão e equipamentos contra transientes hidráulicos. O item 7 da norma ressalta:

> *7.1 A*s tubulações *devem resistir* às solicitações mecânicas durante o uso.
>
> *7.1.1 Critério – Tubulações suspensas [...] Os fixadores ou suportes das tubulações, aparentes ou não, assim como as próprias tubulações, devem resistir, sem entrar em colapso, a cinco vezes o peso próprio das tubulações cheias d'água para tubulações fixas no teto ou em outros elementos estruturais, bem como não apresentar deformações que excedam 0,5 % do vão.*
>
> *7.2 Requisito – Solicitações dinâmicas dos sistemas hidrossanitários. [...] Não provocar golpes e vibrações que impliquem risco à sua estabilidade estrutural.*

Estanqueidade

Este item ressalta que não devem ocorrer vazamentos quando a tubulação é solicitada a pressões críticas previstas em projetos, conforme o item 10 da referida norma:

> *10.1 Requisito – Estanqueidade das instalações dos sistemas hidrossanitários de água fria e água quente [...]. Apresentar estanqueidade quando sujeitos às pressões previstas no projeto.*
>
> *10.1.1 Critério – Estanqueidade à água das instalações de água [...]. As tubulações do sistema predial de água não devem apresentar vazamento quando submetidas, durante 1h., à pressão hidrostática de 1,5 vez o valor da pressão prevista, em projeto, nesta mesma seção, e, em nenhum caso, devem ser testadas a pressões inferiores a 100 kPa [...]*

Desempenho acústico

O item em questão estabelece métodos de avaliação e medição dos ruídos provenientes dos equipamentos hidráulicos. Apresentando também valores de referência de caráter não obrigatório a serem satisfeitos. A metodologia e critérios são conforme Anexo B da própria norma:

> *Anexo B - Este item visa informar em caráter não obrigatório níveis de desempenho acústico aos ocupantes quando são operados equipamentos hidrossanitários instalados nas dependências da edificação. [...] trata-se apenas de equipamentos de uso coletivo ou acionados por terceiros que não o próprio usuário da unidade habitacional a ser avaliada.*
>
> *O método consiste em medir o nível de pressão sonora durante um ciclo de operação do aparelho hidrossanitário. A avaliação deve ser realizada no dormitório da unidade habitacional ao lado, acima ou abaixo do local onde o equipamento está instalado (ruído percebido) quando há o acionamento do aparelho (ruído emitido). A medição deve ser feita com todas as portas [...] fechadas.*
>
> *Nota – Geradores de emergência, sirenes, bombas de incêndio e outros dispositivos com acionamento em situações de emergência não podem ser contemplados neste requisito. [...]*
>
> *O método de engenharia em campo determina de forma rigorosa, os níveis de pressão sonora de equipamento predial em operação. O método é descrito na norma ISO 16032. [...] O método simplificado [...] é descrito na ISO 10052.*

Durabilidade e manutenibilidade

Este item na norma se preocupa e manter a capacidade funcional do sistema hidrossanitário na vida útil do projeto, desde que o sistema hidrossanitário seja acompanhado às intervenções periódicas de manutenção e conservação. Estabelece ainda que deve se respeitar as diretrizes gerais da NBR 5674.

Saúde, higiene e qualidade do ar

Neste item ressalta a importância da qualidade da água para o consumo humano. Deve-se obedecer além dos padrões de potabilidade da água, adotadas pelo Ministério da Saúde na portaria Nº 2914/2011, o sistema de água fria deve ser independente e separado de outras instalações que

conduza água não potável, e não transmitir a água transportada substâncias tóxicas, conforme item 15.1.1.

Deve-se ainda atentar para os seguintes itens:

> *15.2 Requisito – Contaminação biológica da água na instalação de água potável - Não utilizar material ou componente que permita o desenvolvimento de bactérias ou outras atividades biológicas, as quais provocam doenças.*
>
> *15.2.1 Critério – Risco de contaminação biológica das tubulações. - Todo componente de instalação aparente deve ser fabricado de material lavável e impermeável para evitar a impregnação de sujeira ou desenvolvimento de bactérias ou atividades biológicas [...].*
>
> *15.2.2 Critério – Risco de estagnação da água - Os componentes da instalação hidráulica não devem permitir o empoçamento de água.*

Funcionalidade e acessibilidade

Na norma de desempenho é mencionado que o dimensionamento deve prever uso simultâneo dos pontos de utilização e também que devem ser adotados os critérios da norma de água fria 5626/98.

> *16.1.1 Critério – Dimensionamento da instalação de água fria e quente*
>
> *O sistema predial de água fria e quente deve fornecer água na pressão, vazão e volume compatíveis com o uso, associado a cada ponto de utilização, considerando a possibilidade de uso simultâneo.*
>
> *16.1.1.1 Método de avaliação Verificação do projeto quanto ao atendimento das ABNT NBR 5626 [...]*

Vale ressaltar que como indicado no item 1.2 está norma não se aplica obras em andamento ou concluídas até a data da entrada em vigor da citada norma. Entretanto no item 1.3 estabelece que a norma pode ser utilizada como procedimento de avaliação do desempenho dos sistemas.

- **NBR 5590/2015** – Tubo de aço-carbono com ou sem costura, pretos ou galvanizados por imersão a quente.

Esta norma fixa as condições para a encomenda, fabricação e o fornecimentos dos tubos de aço galvanizado.

- **NBR 9256/1986 –** Montagem de tubos e conexões galvanizadas para instalações prediais de água fria.

Esta norma enfatiza os procedimentos e cuidados a serem tomados nas instalações de tubulações de aço galvanizado. Ela especifica no item 4 – Condições Gerais, onde pode ser instalada e como deve ser o cuidado quando instaladas em locais com possível agressividade.

A norma enfatiza ainda o cuidado que se deve tomar com a proteção de zinco, sendo que essa é a principal proteção da tubulação contra corrosão, como ainda procedimentos de restauração da camada zincada e até mesmo quando não realizar a restauração, conforme item a seguir:

> *5.4.1 Danos provocados na camada de zinco devem ser reparados, conforme 5.4.2, desde que não atinjam a mais de 40 mm². Trechos de tubulação que apresentem danos maiores que 40mm² não podem ser reparados, devendo ser cortados.*

Estabelece também os cuidados com os instrumentos de fixação. Os materiais desses instrumentos, como braçadeiras ou ganchos, não devem ser constituídos de cobre ou qualquer tipo de material que cause danos a superfície galvanizado, propiciando a corrosão.

4. METODOLOGIA

> *Como é frequente a adoção de jargão médico nesta típica atividade de engenharia, a começar da própria temática ("patologias"), todo o desenvolvimento dos serviços seguiu sempre as quatro fases tradicionais, apontadas por LICHTENSTEIN, a saber: levantamento e caracterização dos problemas e inconformidades ("sintomatologia"), determinação das suas causas prováveis ou comprovadas ("diagnóstico"), descrição de suas consequências possíveis ou já manifestas ("prognóstico"), e, finalmente, a proposição de medidas corretivas ou preventivas para sanar os problemas verificados ou prevenir contra o surgimento de novos problemas decorrentes das inconformidades constatadas ("terapêutica"). GNIPPER, 2007.*

Será alvo, deste trabalho, inspeções de campo, por exemplo, em tampas de acesso, paredes externas e o interior dos reservatórios superior e inferior, barriletes de distribuição de água, casa de máquinas de elevadores, casa de máquinas, lajes de cobertura, hall de acesso aos apartamentos, ambientes sanitários comuns do edifício, fachadas, pátios externos e etc. Entre outros levantamentos, como documental, histórico, técnicos e etc.

4.1 ESCOLHA DA EDIFICAÇÃO

A edificação escolhida para a análise deste trabalho trate-se do Edifício residencial multifamiliar, localizado na Rua 23, Nº 545, Setor Central, na cidade de Goiânia. Trata-se de um edifício com 11 pavimentos sendo primeiro e o segundo pavimento garagens e o 11º um salão de festa, apresentando assim 8 pavimentos tipos, com 1 apartamento por andar de que cada apartamento é composto por 5 banheiros 1 cozinha e 1 área de serviço como ambientes sanitários.

O edifício foi construído em 1976, apresenta um sistema de distribuição de água fria constituído de tubulações de aço galvanizado. Apresentando um tempo superior ao da vida útil, estimado, que é de cerca de 12 a 18 anos para os tubos de aço galvanizado com conexões de ferro maleável galvanizado.

Em assembleias dos moradores foi levantado a hipótese da substituição completa da tubulação por causa dos transtornos causado por vazamentos, coloração na água e entupimentos nos chuveiros.

4.2 LEVANTAMENTO DOCUMENTAL

Esta etapa teve como objetivo reunir documentos para melhor compreensão da edificação, como plantas baixas, cortes e vistas. Assim como os projetos complementares do sistema hidrossanitário, projetos elétricos, estrutural entre outros que se apresentavam disponíveis.

Tal levantamento é de extrema importância para a realização do levantamento do diâmetro das tubulações e comprimento da rede até os pontos de utilização. Este levantamento ainda permite estimar de maneira teórica, a pressão dinâmica dada certas hipóteses de cálculo.

Os projetos se encontravam em estado avançado de degradação, sendo possível apenas o escaneamento dos projetos hidrossanitários, enquanto que os projetos arquitetônicos foram redesenhados no Autocad para ser possível anexar ao presente trabalho. Observa-se ainda em que há discrepâncias entre os projetos arquitetônicos e hidrossanitários. Sendo que a edificação está em conforme com o projeto hidráulico.

Tais projetos estão disponíveis para consulta nos Anexos A e B.

4.3 LEVANTAMENTO EM CAMPO

As patologias do sistema hidráulico da edificação foram levantadas realizando-se o mapeamento, o registro fotográfico e os efeitos da corrosão

Foi ainda inspecionada as tubulações que haviam sido substituídas em uma recente reforma no barrilete de distribuição de água, devido a um rompimento da tubulação por motivo da corrosão. Tais tubulações foram serrados ao meio para se ter uma melhor ideia do grau de desenvolvimento da corrosão e comprometimento da tubulação.

4.4 MONITORAMENTO DA PRESSÃO

Para a avaliação do desempenho do sistema oi monitorado a pressão disponível em dois pontos comuns de utilização no apartamento do 8ª andar, último apartamento tipo, com o auxílio de um datalogger de registro de pressão da Metrolog conforme Figura 4.1.

O equipamento registra a cada 30 segundos a pressão com uma precisão de 0,5 mca (metros de coluna d'água).

Figura 4.1 - Datalogger de pressão utilizado no monitoramento da pressão.

Um dos pontos escolhidos para o monitoramento foi o chuveiro do banheiro social dos quartos, pois geralmente é o ponto de menor carga hidráulica no sistema predial. A fim de possibilitar uma comparação da pressão observada em campo com a pressão teórica de projeto, mensurou-se a vazão por meio do método volumétrico, conforme critérios estabelecidos pela NBR 5626 – (ABNT, 1998).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 INSPEÇÃO DE CAMPO

A inspeção de campo começou pelo pavimento térreo, especificamente no hidrômetro e no reservatório apoiado conforme Figura 5.1 e Figura 5.2:

Figura 5.1 – Casa de bombas do reservatório apoiado

Na Figura 5.1, temos as bombas e as tubulações de aço galvanizado do sistema de recalque. Nota-se que o reservatório apoiado está sem tampa o que pode comprometer a qualidade da água.

Figura 5.2 – Hidrômetro do condomínio

Observa-se que no hidrômetro, conforme Figura 5.2, o trecho até o reservatório inferior já foi substituída por uma de PVC. Esta substituição ocorreu devido a manutenção para a resolução de pontos de vazamentos que se apresentavam-se neste trecho.

Prosseguindo na etapa de diagnóstico, subindo o edifício, já no apartamento 801, onde foi obtido acesso, foram registradas as seguintes patologias apresentadas nas Figura 5.3 e 5.4.

Figura 5.3 - Ducha Higiênica

Figura 5.4 – Curva de 90º substituída por uma de PVC

Observa-se que no ponto da ducha higiênica a corrosão danificou e praticamente "soldou" a rosca da tubulação. A reparação e retirada da mesma foi impossível, tendo que ser completamente substituída por um Joelho de 90° de 25 mm x ½" de PVC.

No salão de festas, localizado no 9º andar, se observou mais algumas patologias. Conforme Figura 5.6Figura 5.5.

Figura 5.5 – Manchas na bacia sanitária

Figura 5.6 – Tubulação substituída da bacia sanitária

Nota-se que a bacia sanitária da Figura 5.6 passou por algum tipo de reforma que provavelmente seria vazamentos. Na Figura 5.7 observa-se manchas na louça o que indica vazamentos constantes, o que não é necessariamente uma patologia das tubulações. Podendo ser ainda manchas devido as descargas e água com óxido da corrosão.

Já na cobertura e casa de máquinas do elevador foram observados os principais problemas, onde um trecho da tubulação foi rompido devido à corrosão e foi realizada uma substituição do trecho de ferro galvanizado para uma tubulação de PVC. Uma parte da rede que está apoiada na laje do salão de festas também foi substituída por tubulação de PVC devido a vazamentos na tubulação de aço galvanizado.

Figura 5.7 - Corrosão externa no barrilete de distribuição

Figura 5.8 - Substituição do trecho

Verifica-se nestas figuras a corrosão do zinco, em branco, e a corrosão do aço em marrom de um trecho do barrilete de distribuição de água que fica apoiado sobre a cobertura.

Figura 5.9 - Tubulações corroídas

Figura 5.10 - Tuberculo na tubulação

Observa-se, nas Figuras 5.9 e 5.10 a tuberculização da tubulação, o que diminui consideravelmente a seção de escoamento definida pelo o diâmetro interno e consequentemente uma maior rugosidade relativa e maior fator de atrito, o que causa um aumento na velocidade de escoamento e maiores perdas de carga do que o previsto em projeto.

Figura 5.11 – Corrosão interna da tubulação de 50mm.

Figura 5.12 – Exterior da tubulação de 50mm.

Nota-se na Figura 5.11 que a corrosão agiu prioritariamente na parte interna da tubulação de 50mm, sua parte externa conforme Figura 5.12 não apresenta corrosão significativa uma vez que foi reforçado sua proteção contra corrosão com uma pintura branca que já se encontra em estado avançado de descascamento.

Figura 5.13 - Corrosão interna da tubulação de 30mm.

Figura 5.14 - Exterior da tubulação de 30mm..

Nota-se na Figura 5.13 que a corrosão agiu prioritariamente na parte interna da tubulação de 30mm, sua parte externa conforme Figura 5.14 apresenta uma corrosão significativa e num estado avançado. Nota-se que a corrosão externa e interna agindo em conjunto propiciou uma redução significativa da espessura da tubulação, sendo futuramente um provável ponto de rompimento, propiciando vazamentos, conforme Figura 5.15.

Figura 5.15 - Variação da espessura da parede devido à corrosão.

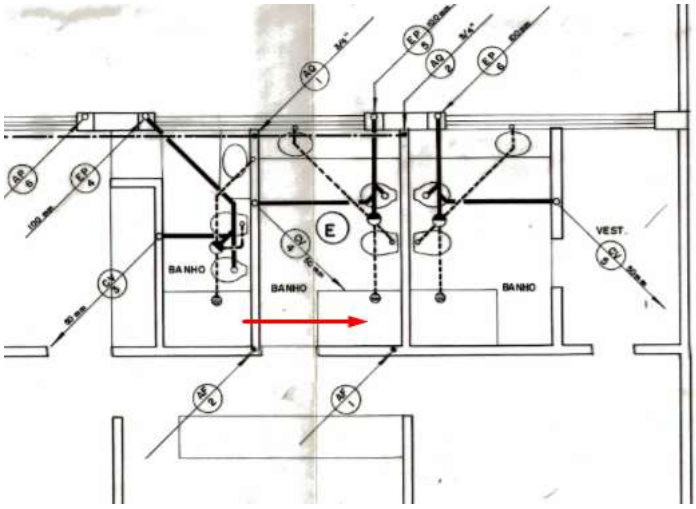
Na Figura 5.16 ocorre a tuberculização da parte interna da tubulação de 30mm, na qual pode-se notar a redução considerável do diâmetro interno disponível.

Figura 5.16 - Tuberculização da tubulação de 30mm.

5.2 PRESSÃO TEÓRICA

Para efeito de comparação foi estimado a pressão teórica do chuveiro do banheiro social, conforme, Figura 5.17. A pressão dinâmica foi determinada através da leitura e interpretação dos projetos, disponíveis no anexo B, e a vazão considerada foi a obtida em campo.

Figura 5.17 - Recorte do projeto hidráulico do banheiro social



A vazão mensurada foi obtida conforme apresentado na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 - Vazão no chuveiro

Volume (l)	Tempo (s)	Vazão (l/s)
10,50	52,42	0,20
10,50	51,87	0,20
10,50	51,57	0,20

Nota-se que a vazão medida in-loco encontra-se acima da recomentada pela NBR 5626 (ABNT, 1998) para dimensionamento de projeto, logo isso já é um indício que a pressão disponível será maior que a mínima de norma que é de 1 mca realizando-se o dimensionamento hidráulico por meio dos critérios da NBR 5626 (ABNT 1998) obteve a pressão dinâmica teórica disponível no chuveiro conforme dado pela **Erro! Autoreferência de indicador não válida.**.

Tabela 5.2- Tabela de Pressão teórica

Vazão		Diâmetro			Área	Velocidade	Comprimento			Perda de Carga		Desnível	Pressão Dinâmica	
L/s	m³/s	DN (mm)	Dref (mm)	DI (mm)	m²	m/s	Real (m)	Equivalente (m)	Total (m)	Unitária (m/m)	Total (mca)	(m)	Montante (mca)	Jusante (mca)
0,20	0,00	85,00	3	75,60	0,00	0,04	11,40	8,50	19,90	0,00	0,00	5,65	1,10	6,75
0,20	0,00	75,00	2 1/2	66,60	0,00	0,06	10,70	4,80	15,50	0,00	0,00	0,00	6,75	6,75
0,20	0,00	60,00	2	53,00	0,00	0,09	4,00	5,70	9,70	0,00	0,00	2,00	6,75	8,74
0,20	0,00	50,00	1 1/2	44,00	0,00	0,13	0,40	10,50	10,90	0,00	0,01	0,00	8,74	8,73
0,20	0,00	25,00	3/4	21,40	0,00	0,56	1,50	6,80	8,30	0,03	0,25	-1,10	8,73	7,38

Assim, a pressão dinâmica de projeto, no ponto de saída de água do chuveiro do apartamento 801, é de 7,38 m.c.a.. As hipóteses para esse cálculo foram as seguintes:

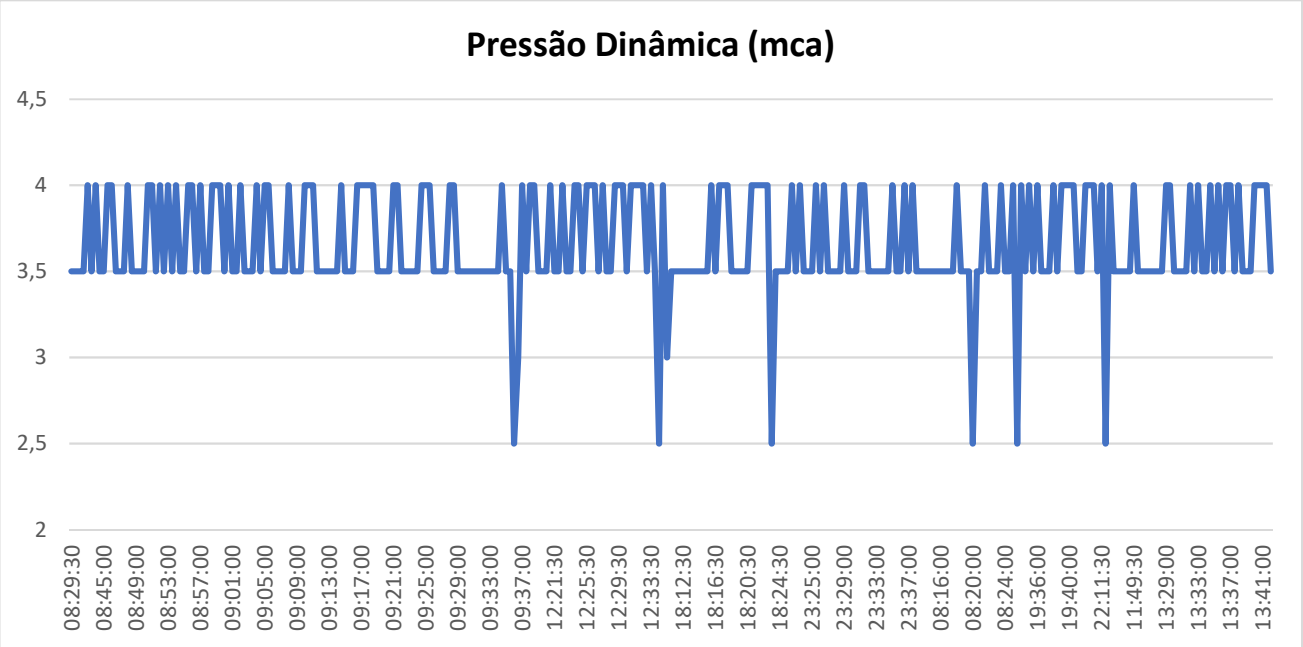
- Vazão de 0,20 l/s;
- Perda de carga unitária dada pela equação: $J = 0{,}002021\,\frac{Q^{1,88}}{D^{4,88}}$;
- Que somente o ponto utilizado estava sendo utilizado no prédio inteiro;
- Reservatório superior com nível da água em sua cota máxima;

5.3 MONITORAMENTO DA PRESSÃO

Figura 5.18 - Tomada de pressão no chuveiro social dos quartos.

A partir das estimativas teóricas se obteve então as pressões reais através de um dattaloger manométrico instalado no banheiro no intervalo de 10/06/2017 a 12/06/2017, conforme Figura 5.18. Foi registrado em diversos momentos de uso do chuveiro a pressão dinâmica disponível no ponto. Ao final de cada medida era forçado ainda uma descarga na bacia sanitária que se encontrava ao lado do chuveiro para ver a interferência na pressão. Os resultados são apresentados na - Leitura das pressões.

Figura 5.19 - Leitura das pressões.



Observou-se que a pressão disponível dinâmica variava de a 3,5 a 4,0 mca, quando usado individualmente. Quando foi acionado a descarga da bacia sanitária, a pressão reduziu para 2,50 mca. O que ainda garante uma vazão suficiente no chuveiro evitando que o mesmo queime a resistência devido à interrupção no fluxo da água.

Desta forma, comparando os dados lidos com os estimados teoricamente observa-se uma redução de pressão de 3,38 a 3,88 mca, conforme Tabela 5.3 a seguir:

Tabela 5.3 - Comparativo entre pressões lidas e registras.

Pressão Teórica (mca)	Pressão registrada (mca)	Diferença (mca)
7,38	3,5-4,0	3,88-3,38

Tal diferença demonstra o acréscimo da perda de carga devido aos efeitos da corrosão ao longo do tempo nas tubulações de aço galvanizado. Esta redução da carga de pressão poderia ter impacto imenso caso o dimensionamento do ponto mais desfavorável desta edificação estivesse sido dimensionado para a pressão mínima determinada pela norma NBR 5626 (ABNT, 1998).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As edificações estão envelhecendo. A necessidade de estabelecer padrões de manutenção é cada vez mais importante. As instalações de aço galvanizado executadas até início da década de 80 e ainda existentes nas edificações urbanas mais antigas, representam sistemas que já ultrapassaram o limite da vida útil dos materiais. Este estudo demostrou por meio do diagnóstico de um edifício construído na década de 70 que grande parte dos componentes do sistema de distribuição de água encontram-se comprometidos pela corrosão. Estudos realizados por meio do monitoramento de pressões em dois pontos da instalação predial comparados com o dimensionamento teórico apontam uma redução da pressão nos pontos de utilização, ressaltando a necessidade de realização de processos de manutenção e *retrofit* dos sistemas executados com ferro galvanizado e que já excederam seu limite de vida útil.

Sendo assim, é essencial a compatibilização de projetos de sistemas integrados que garantam uma boa manutenibilidade e acesso ao sistema hidrossánitário. Destaca-se ainda a importância de estabelecer procedimentos que facilitem o retrofit das edificações.

Sugere-se ainda para trabalhos futuros: um projeto de substituição completa da tubulação antiga com os novos padrões exigidos como: Hidrômetro individualizado, tubulações acessíveis e etc.

7. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-6**: Edificações Habitacionais – Parte 06 – Requisitos para os sistemas hidrossanitários**.** Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5590:** Tubo de aço-carbono com ou sem costura, pretos ou galvanizados por imersão a quente. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 5626:** Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674:** Manutenção de edificações Procedimento. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9256:** Montagem de tubos e conexões galvanizadas para instalações prediais de água fria. Rio de Janeiro, 1986.

CARVALHO JUNIOR, ROBERTO DE. **Patologias em Sistemas Prediais Hidráulico Sanitários.** 2.ed. São Paulo, |Blucher, 2015. v. 1, 220p.

CÓDIGO DE HAMURABI, TRADUÇÃO ANÔNIMA. Disponível em: <http://www.ataun.net/BIBLIOTECAGRATUITA/Cl%C3%A1sicos%20en%20Espa%C3%B1ol/An%C3%B3nimo/C%C3%B3digo%20de%20Hammurabi.pdf> Acesso em 27/10/2016.

GNIPPER, SÉRGIO FREDERICO. **Qual a durabilidade do encanamento de um edifício? Qual o melhor material para as tubulações hidráulicas?** 2012 Artigo. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=27&Cod=103> Acesso em 09/11/2016.

GNIPPER, SÉRGIO FREDERICO. **Diretrizes para formulação de métodos hierarquizados para investigação de patologias em sistemas prediais hidráulicos e sanitários.** Campinas. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2010.

GNIPPER, SÉRGIO FREDERICO. **Patologias mais frequentes em sistemas hidráulico-sanitários e de gás combustível de edifícios residenciais em Curitiba.** 2007. X Simpósio Nacional de Sistemas Prediais, Anais, 30-31 agosto de 2007, São Carlos - Brasil.

GOMIDE, TITO LÍVIO FERREIRA. **Reflexos do Planejamento de Manutenção Predial.** Artigo – Revista Téchne Pini Edição 145, 2009. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/145/artigo286584-1.aspx> Acesso em 09/11/2016.

HUDSON, W.D. (1966). **Studies of distribution system capacity in seven cities**. Journal of American Water Works Association, v. 58, n. 2, p. 157-164, fev. 1966.

IBDA – FÓRUM DA CONSTRUÇÃO. **Você sabe o que é manutenção predial?** Reportagem – Fórum da Construção. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=33& Cod=1533> Acesso em 09/11/2016.

LEITE, SIMÃO PEDRO SAMPAIO DE OLIVEIRA. **Abastecimento de Água de Edifícios Altos.** Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Portugal, 2008.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções: procedimentos para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações.** 1985. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

LOURENÇO, LÍBIA DA COSTA. **Detecção preventiva de patologias em edificações.** Artigo – Revista Téchne Pini Edição 167, 2011. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/167/artigo285852-1.aspx> Acesso em 09/11/2016.

MAINIER, FERNANDO B. LIMA, GILSON B.A. QUELHAS, OSWALDO L.G. **Aspectos da corrosão de tubos galvanizados utilizados na construção civil.** 2002. In: IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Anais, p 16-19, 7-10 maio de 2002, Paraná-Brasil.

O'DAY, D. K. (1982). **Organizing and analyzing leak and break data for making replacement decisions**. Journal of American Water Works Association, v. 74, n. 11, p. 589-594, nov. 1982.

TEIXEIRA, P.C. REIS, R.P.A. GNIPPER, S.F. MONTEIRO, J.V.F. **Estudo de Patologias nos sistemas prediais hidráulicos e sanitários do prédio do ciclo básico II da Unicamp.** REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil nº 2 (2011) 34-50. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/reec/issue/view/1027> Acesso em 02/11/2016.

PIERRE R. ROBERGE. **Handbook of Corrosion Engineering**. 1ª Ed. McGraw-Hill New York, 1999, p. 14-15.

PORTO, RODRIGO DE MELO. **Hidráulica básica**. 4. ed. São Carlos: EESC-USP, 2006.

PUJADAS, FLÁVIA ZOÉGA ANDREATTA. **Manutenção Predial.** Artigo – Revista Téchne Pini Edição 53, 2009. Disponível em: < http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/53/artigo283283-1.aspx> Acesso em 09/11/2016.

REVISTA CONSTRUÇÃO MERCADO. **Entendendo O Mercado De Manutenção Predial, 2010.** Disponível em: <http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/107/entendendo-o-mercado-de-manutencao-predial-283774-1.aspx> Acesso em 27/10/2016.

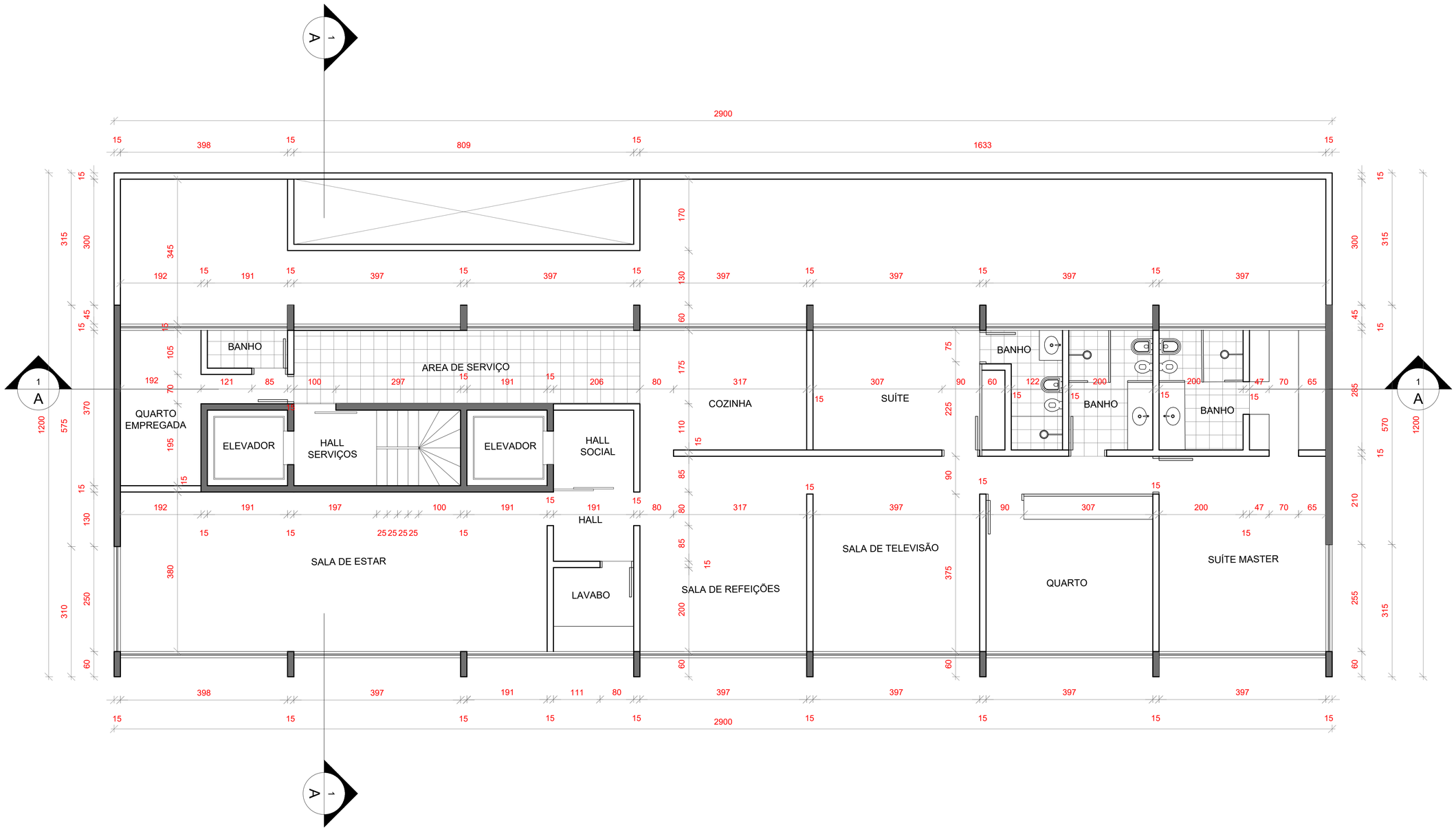
SARZEDAS, G. L. **Planejamento para a substituição de tubulações em sistemas de abastecimento de água.** Aplicação na rede de distribuição de água da Região Metropolitana de São Paulo. Dissertação (Mestrado) — Universidade de São Paulo, 2009.

SOARES, D. A. FAVARO. **Patologias em sistemas hidráulicos prediais e de prevenção contra incêndio.** 2010 – Maringá/PR. Disponível em: <https://goo.gl/jrXvP3> Acesso em 26/10/2016.

TAJCHMAN, GERSON. **Corrosão em tubos do aço galvanizado de instalações hidráulicas domiciliares.** Revista DAE Nº 45(141): 141-7. São Paulo, 1985. Disponível em <http://revistadae.com.br/site/acervo-historico/> Acesso em 02/11/2016.

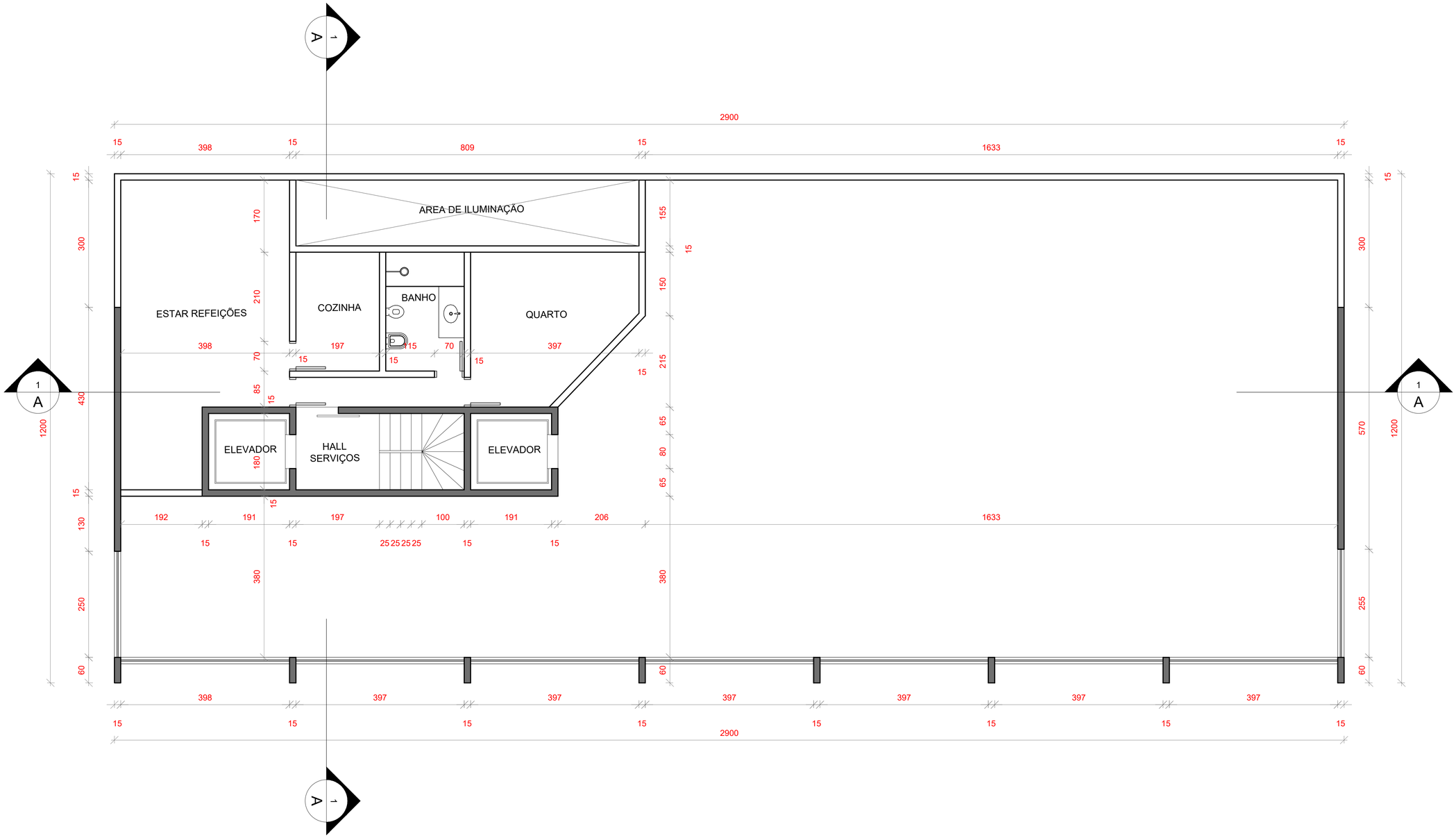
VILLANUEVA, MARINA MIRANDA. **A importância da manutenção preventiva para o bom desempenho da edificação.** Dissertação (Projeto de Graduação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015.

ANEXO A
PLANTAS ARQUITETÔNICAS



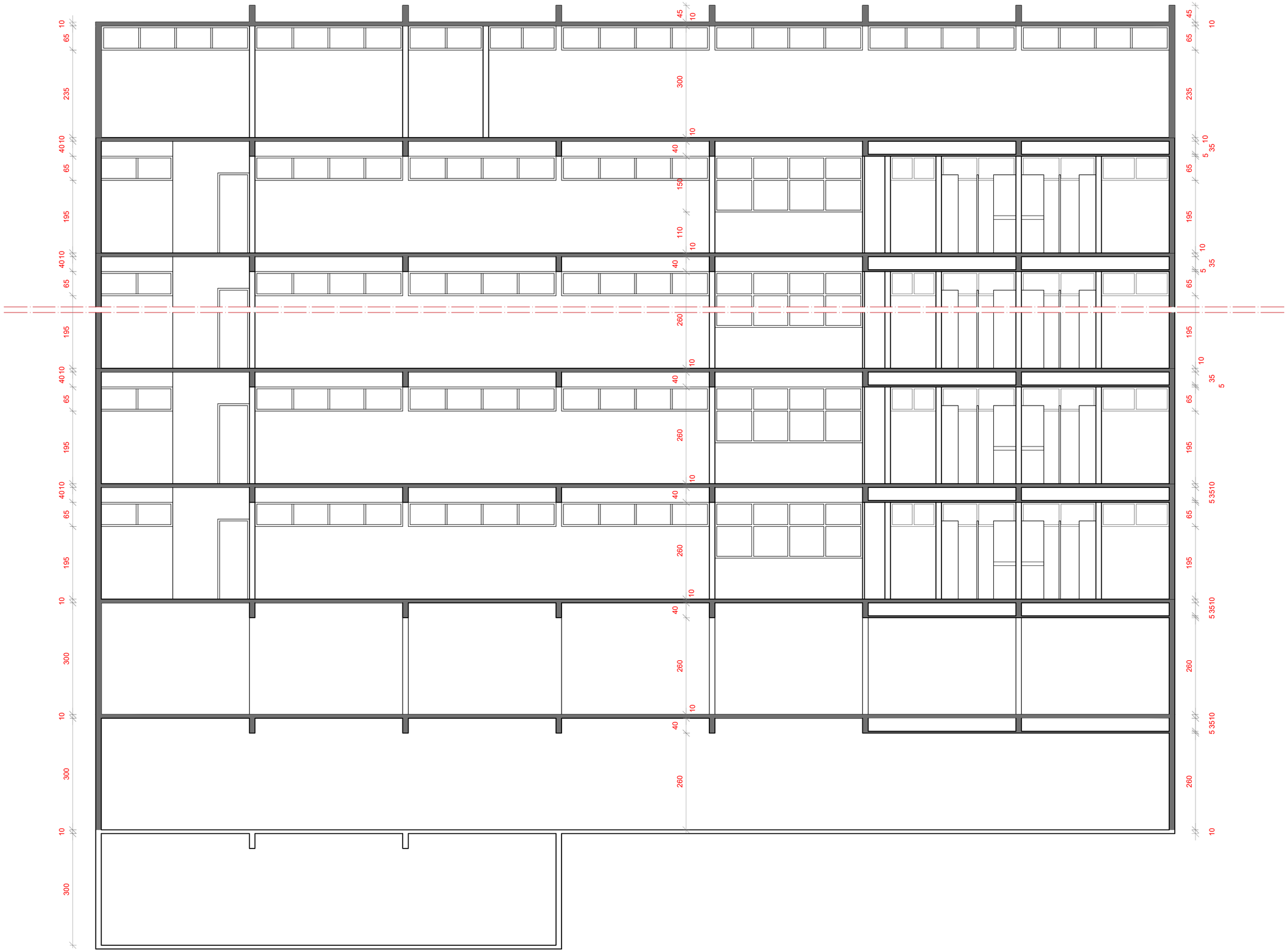
1 PLANTA TIPO
ESCALA 1/50

CONDOMÍNIO EDIFÍCIO DEL REY		
TÍTULO: PLANTA ARQUITETÔNICA	CONTEÚDO: PLANTA PAV. TIPO	PRANCHA: 1/4
AUTOR DO PROJETO: A.L.F. PINHEIRO		DATA: 27/09/1975



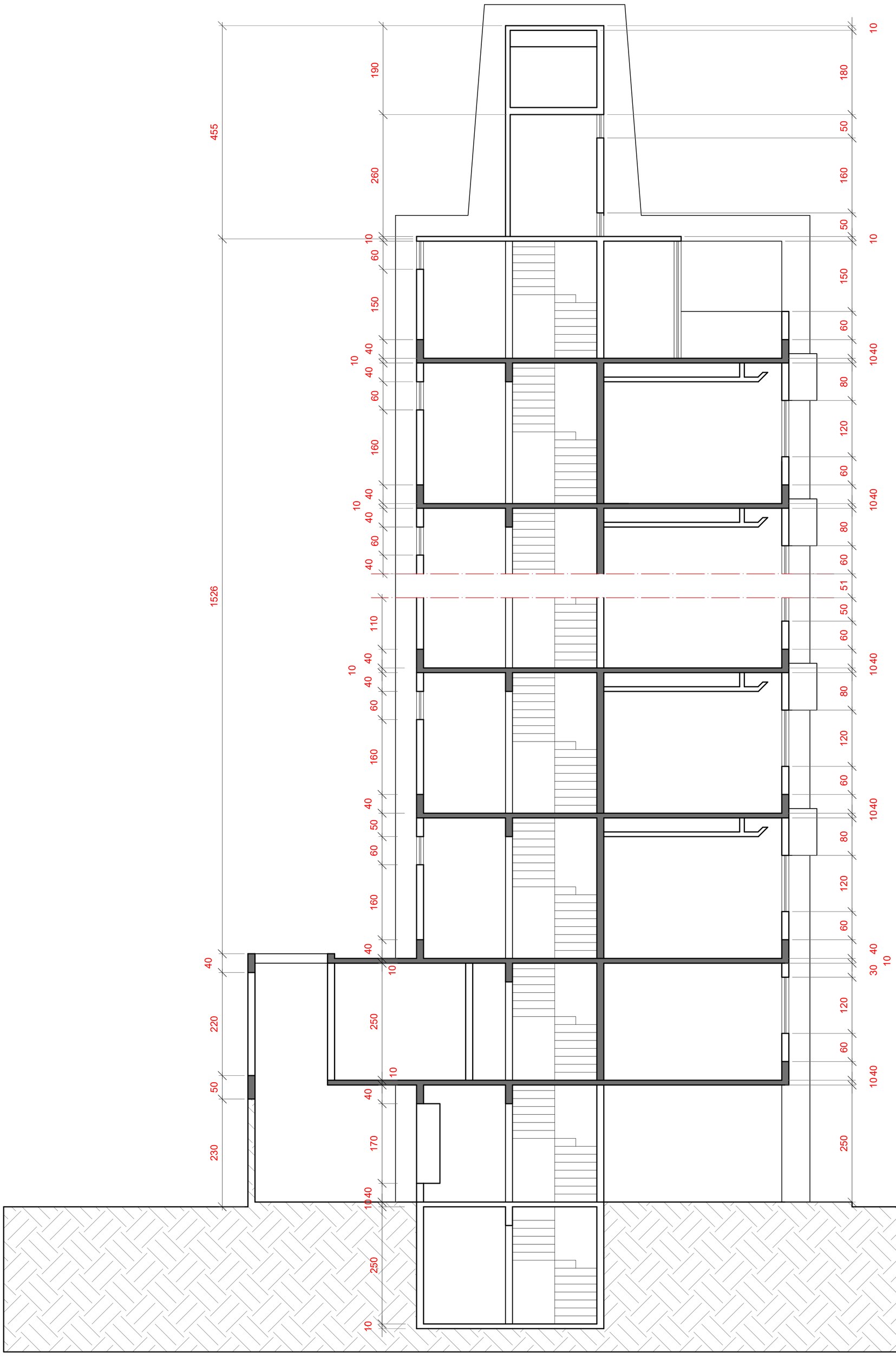
2 PLANTA SUBSOLO
ESCALA 1/50

CONDOMÍNIO EDIFÍCIO DEL REY		
TÍTULO PLANTA ARQUITETÔNICA	CONTEÚDO PLANTA PAV. TÉRREO	PRANCHA 2/4
AUTOR DO PROJETO A.L.F. PINHEIRO		DATA 27/09/1975



3 CORTE AA'
ESCALA 1/50

CONDOMÍNIO EDIFÍCIO DEL REY		
TÍTULO: PLANTA ARQUITETÔNICA	CONTEÚDO: CORTE	PRANCHA: 3/4
AUTOR DO PROJETO: A.L.F. PINHEIRO		DATA: 27/09/1975

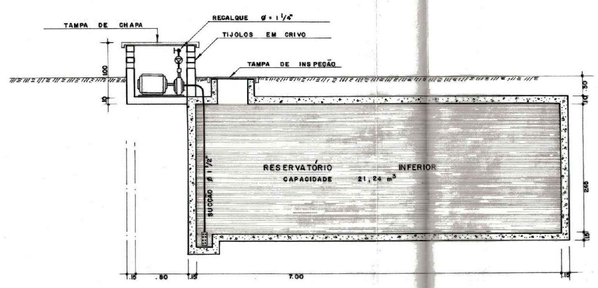


4 CORTE BB'
ESCALA 1/50

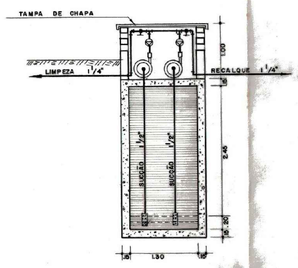
CONDOMÍNIO EDIFÍCIO DEL REY		
TÍTULO PLANTA ARQUITETÔNICA	CONTEÚDO CORTE	PRANCHA 4/4
AUTOR DO PROJETO A.L.F. PINHEIRO		DATA 27/09/1975

ANEXO B

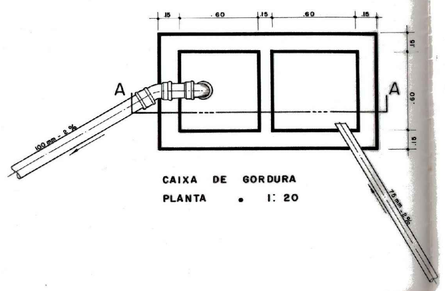
PLANTAS HIDROSSANITÁRIAS



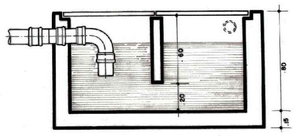
CORTE AA • ESC. 1: 50



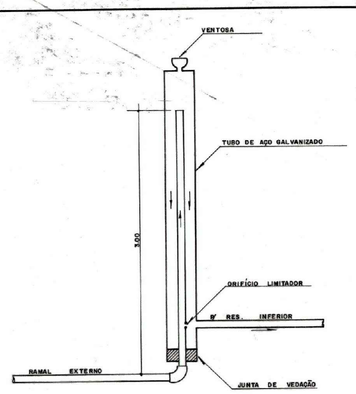
CORTE BB
ESC. 1: 50



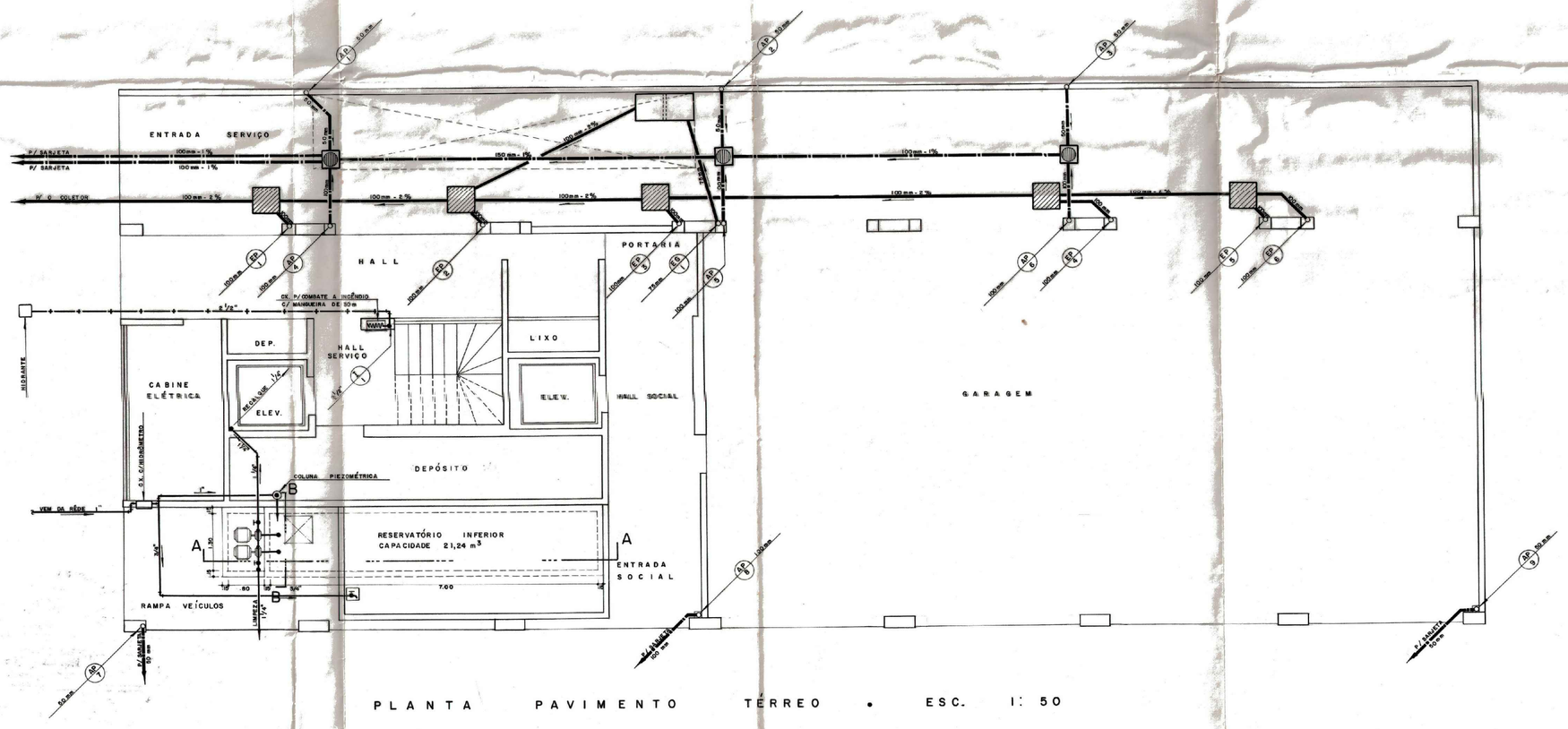
CAIXA DE GORDURA
PLANTA • 1: 20



CAIXA DE GORDURA • CORTE AA
ESC. 1: 20



COLUNA PIEZOMÉTRICA



PLANTA PAVIMENTO TÉRREO • ESC. 1: 50

INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

RUA 23 - QUADRA 71 - LOTE 53 - CENTRO - GOIÂNIA • GOIÁS

ÁREA DE CONSTRUÇÃO: 2.808,82 m².

PROJETO DE UM PRÉDIO RESIDENCIAL

CONDOMÍNIO EDIFÍCIO DEL'REY

PROPRIETÁRIO: CONDOMÍNIO EDIFÍCIO DEL'REY

PROJETO: Bartolomeu Maria Nunes CREA 5676-15ª Região — José Maria Paiado CREA 5870-15ª Região

RESP. TÉCNICO:

FOLHA 1 /6

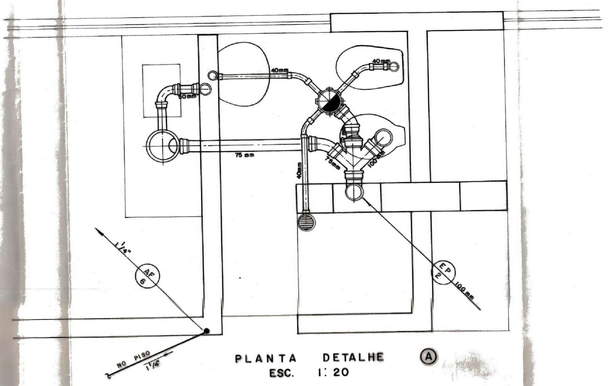
TÍTULOS

PLANTA PAV. TÉRREO • DETALHES
ESC. INDICADAS

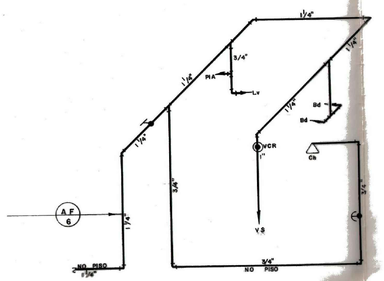
APROVAÇÃO:

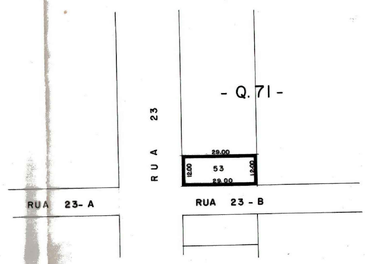
Seção de Fiscalização e Vistoria - S. F. V. -
Este documento deve ser conservado na construção.
AS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS serão fiscalizadas e deverão obedecer rigorosamente ao projeto aprovado.

Saneamento de Goiás S.A.
DAEG-D.I.P. S.F.V.
APROVADO
Em 30 de Março de 19[illegible]

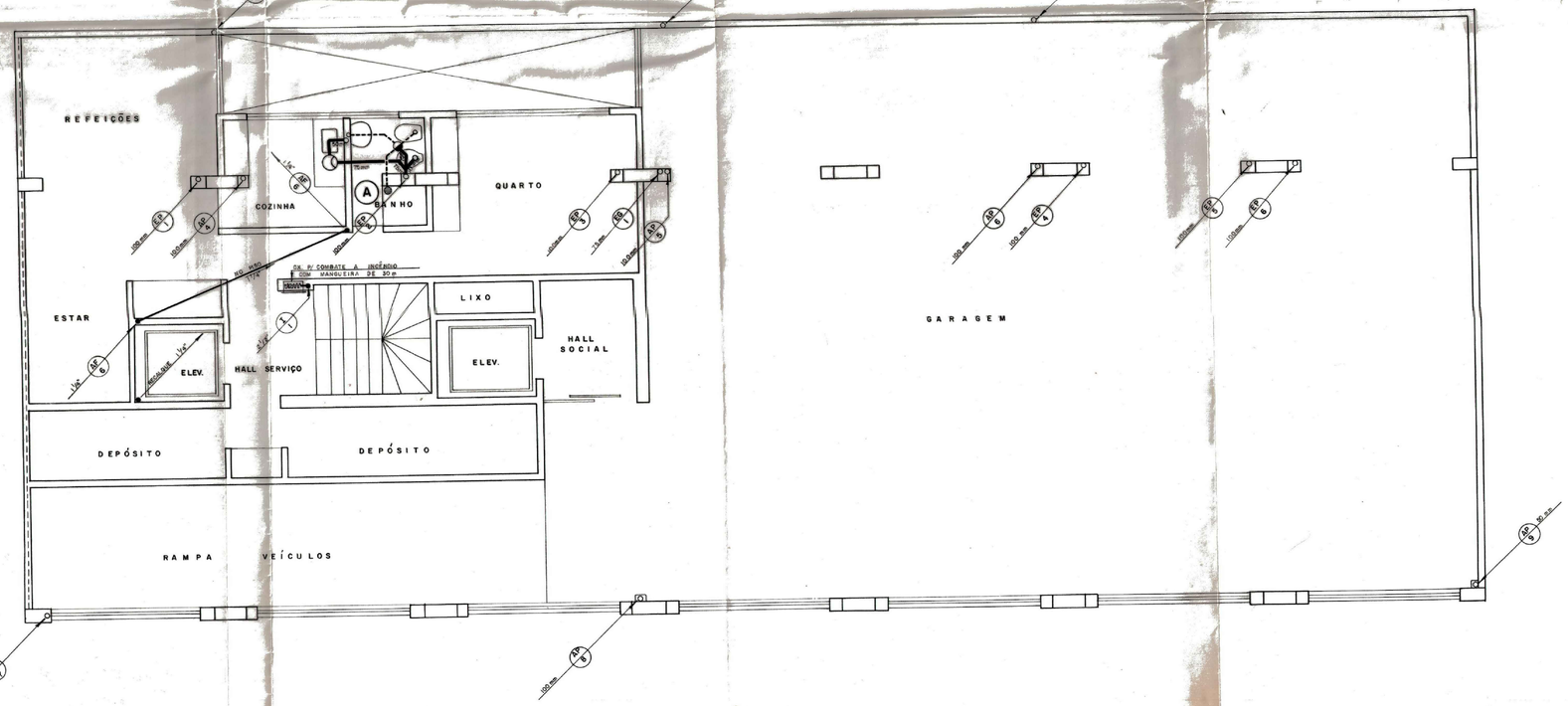


PLANTA DETALHE (A)
ESC. 1: 20





PLANTA DE SITUAÇÃO • ESC. 1: 1.000



PLANTA SÔBRE LOJA • ESC. 1: 50

INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

RUA 23 - QUADRA 71 - LOTE 53 - CENTRO - GOIÂNIA • GOIÁS

ÁREA DE CONSTRUÇÃO : 2.908,92 m².

PROJETO DE UM PRÉDIO RESIDENCIAL

CONDOMÍNIO EDIFÍCIO DEL'REY

PROPRIETÁRIO: CONDOMÍNIO EDIFÍCIO DEL'REY

PROJETO: Bertolino Neto Costa CREA 267/D - 12ª Região — Jorge Neto Pinto CREA 86/D - 12ª Região

RESP. TÉCNICO:

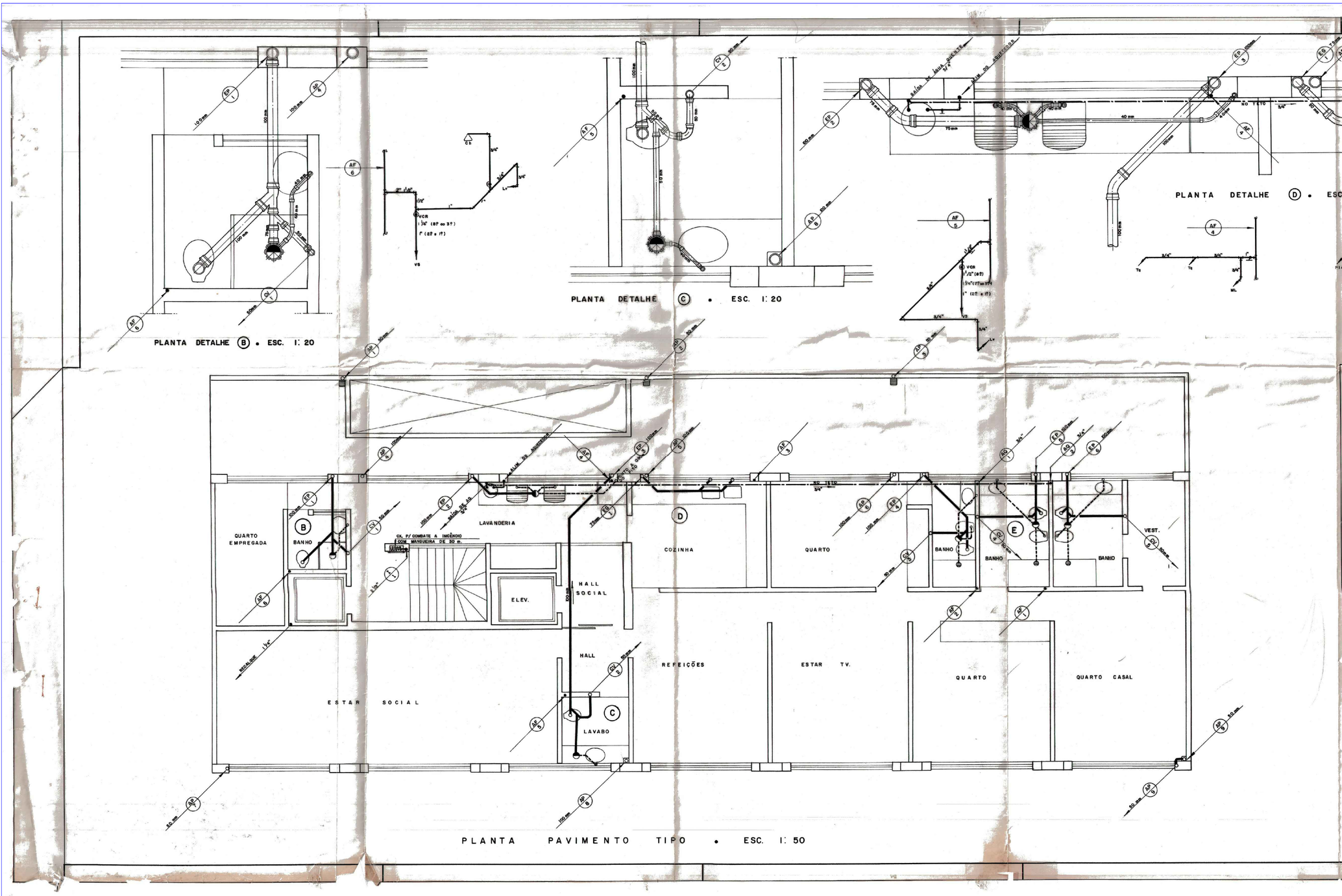
FOLHA 2/6

TÍTULOS: PLANTA SOBRE LOJA • DETALHES
ESC. INDICADAS

APROVAÇÃO:

Seção de Fiscalização e Vistoria
S. F. V.
Este documento deverá ser conservado na construção.
AS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS serão fiscalizadas e deverão obedecer rigorosamente ao projeto aprovado.

Saneamento de Goiás S.A.
DAEG-D.I.P. S.F.V.
APROVADO
Em 22 de Agosto de 19



INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

RUA 23 - QUADRA 71 - LOTE 53 - CENTRO - GOIÂNIA • GOIÁS.

ÁREA DE CONSTRUÇÃO: 2.808,82 m².

PROJETO DE UM PREDIO RESIDENCIAL

CONDOMÍNIO EDIFÍCIO DEL' REY

PROPRIETÁRIO: CONDOMÍNIO EDIFÍCIO DEL'REY

PROJETO: Bartolomeu Maria Grasso CREA 26/D-15ª Região — José Maniz Feijão CREA 86/D-15ª Região

RESP. TÉCNICO:

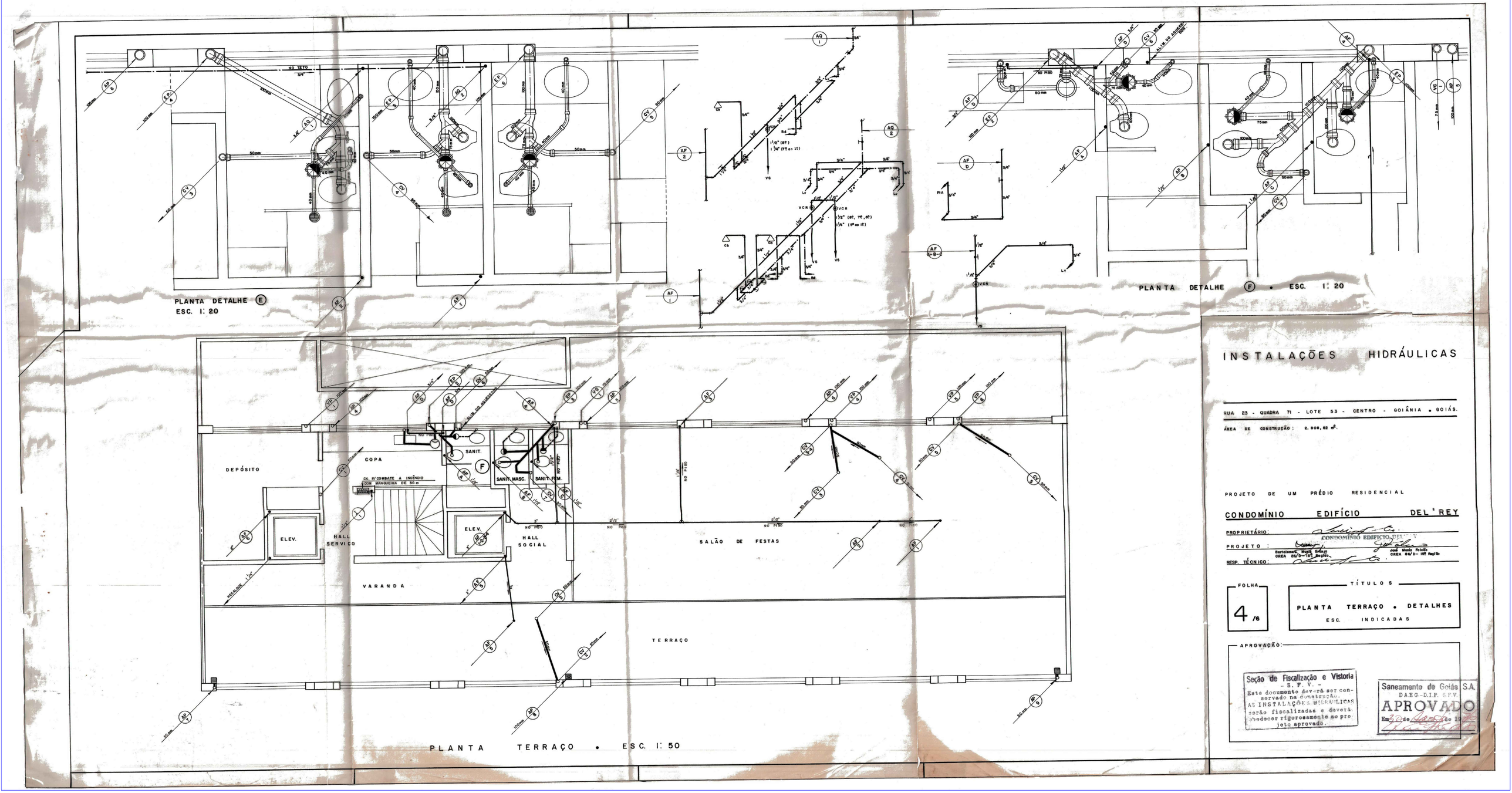
FOLHA: 3/6

TÍTULOS: PLANTA PAV. TIPO • DETALHES ESC. INDICADAS

APROVAÇÃO:

Seção de Fiscalização e Vistoria - S. F. V. -
Este documento deverá ser conservado na construção.
AS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS serão fiscalizadas e deverá obedecer rigorosamente ao projeto aprovado.

Saneamento de Goiás S.A.
D.A.E.G.-D.I.P. S.F.V.
APROVADO
Em 30 de Agosto de 1986



INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

RUA 23 - QUADRA 71 - LOTE 53 - CENTRO - GOIÂNIA • GOIÁS.

ÁREA DE CONSTRUÇÃO: 2.608,62 m².

PROJETO DE UM PRÉDIO RESIDENCIAL

CONDOMÍNIO EDIFÍCIO DEL'REY

PROPRIETÁRIO: CONDOMÍNIO EDIFÍCIO DEL'REY

PROJETO: Bartolomeu Muniz Granja, CREA 26/D-15ª Região — José Muniz Falcão, CREA 86/D-19ª Região

RESP. TÉCNICO:

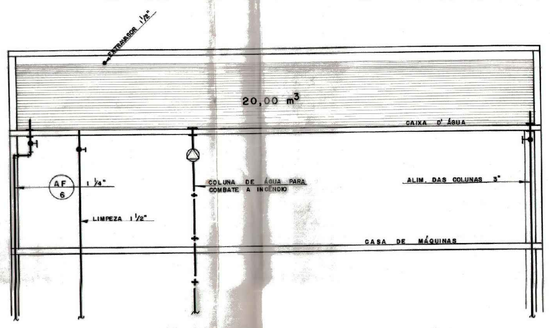
FOLHA: 4/6

TÍTULOS: PLANTA TERRAÇO • DETALHES — ESC. INDICADAS

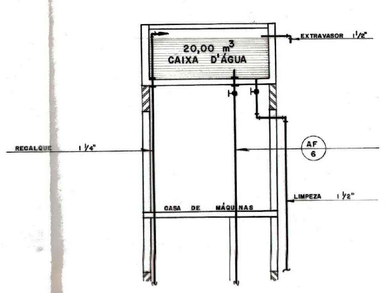
APROVAÇÃO:

Seção de Fiscalização e Vistoria - S. F. V. - Este documento deverá ser conservado na construção. AS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS serão fiscalizadas e deverão obedecer rigorosamente ao projeto aprovado.

Saneamento de Goiás S.A. DAEG.-D.I.P. S.F.V. APROVADO Em 30 de [illegible] de 19[illegible]



RESERVATÓRIO SUPERIOR • CORTE AA • ESC. 1: 50

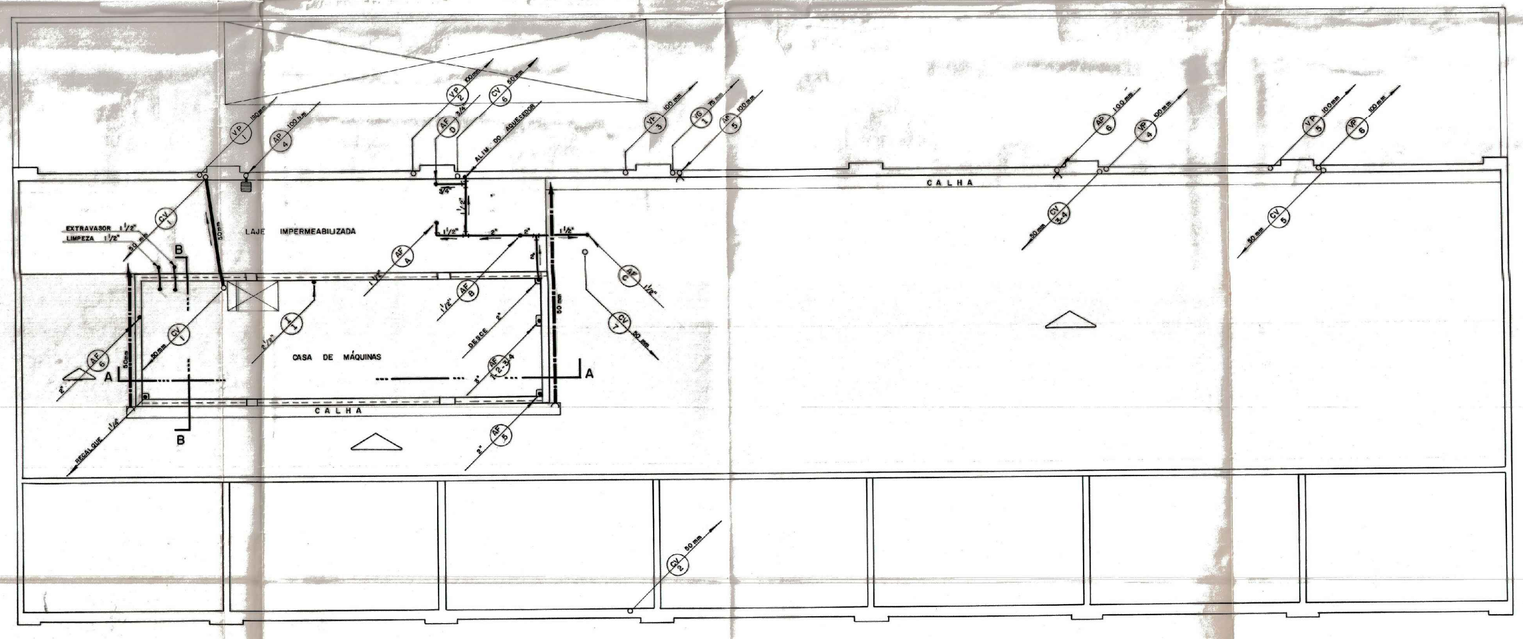


RESERVATÓRIO SUPERIOR
CORTE BB • 1: 50

C O N V E N Ç Õ E S

- AF — COLUNA DE ÁGUA FRIA
- AQ — COLUNA DE ÁGUA QUENTE
- AP — COLUNA DE ÁGUAS PLUVIAIS
- I — COLUNA DE ÁGUA PARA COMBATE A INCÊNDIO
- CV — COLUNA DE VENTILAÇÃO
- VP — COLUNA DE VENTILAÇÃO PRIMÁRIA (PROLONGAMENTO DO EP)
- EP — COLUNA DE ESGOTO PRIMÁRIO
- EG — COLUNA DE ESGOTO DE GORDURA
- VG — COLUNA DE VENTILAÇÃO DE GORDURA (PROLONGAMENTO DO EG)
- CAIXA DE GORDURA CAPACIDADE 18 litros
- CAIXA SIFONADA Ø 15cm COM GRELHA
- RALO SIFONADO Ø 10 cm COM GRELHA
- VÁLVULA DE DESCARGA COM REGISTRO
- CAIXA DE INSPEÇÃO DE ESGOTO PRIMÁRIO 60x60 cm COM TAMPA IDÊNTICA À DO PISO CIRCUNDANTE
- CAIXA DE INSPEÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS 40x40 cm C/ RALO
- RALO PARA ÁGUAS PLUVIAIS DAS LAJES

- CAIXA COM TORNEIRA PARA JARDIM
- REGISTRO DE GAVETA
- REGISTRO DE PRESSÃO
- TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA
- TUBULAÇÃO DE ÁGUA QUENTE
- TUBULAÇÃO DE ÁGUA PARA COMBATE A INCÊNDIO
- TUBULAÇÃO DE ESGOTO PLUVIAL
- TUBULAÇÃO DE ESGOTO SECUNDÁRIO Ø 40 mm
- TUBULAÇÃO DE ESGOTO PRIMÁRIO
- Tq TANQUE
- VS VASO SANITÁRIO
- Bd BIDÊ
- Lv LAVATÓRIO
- Ch CHUVEIRO
- F FILTRO
- ML MÁQUINA DE LAVAR ROUPAS



CASA DE MÁQUINAS • ESC. 1: 50

INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

RUA 23 - QUADRA 71 - LOTE 53 - CENTRO - GOIÂNIA • GOIÁS.

ÁREA DE CONSTRUÇÃO: 2.808,82 m².

PROJETO DE UM PRÉDIO RESIDENCIAL

CONDOMÍNIO EDIFÍCIO DEL'REY

PROPRIETÁRIO: CONDOMÍNIO EDIFÍCIO DEL'REY

PROJETO: Bertolomeu Muniz Peregrino CREA 20/D-105 Região — José Muniz Peixoto CREA 60/D-155 Região

RESP. TÉCNICO:

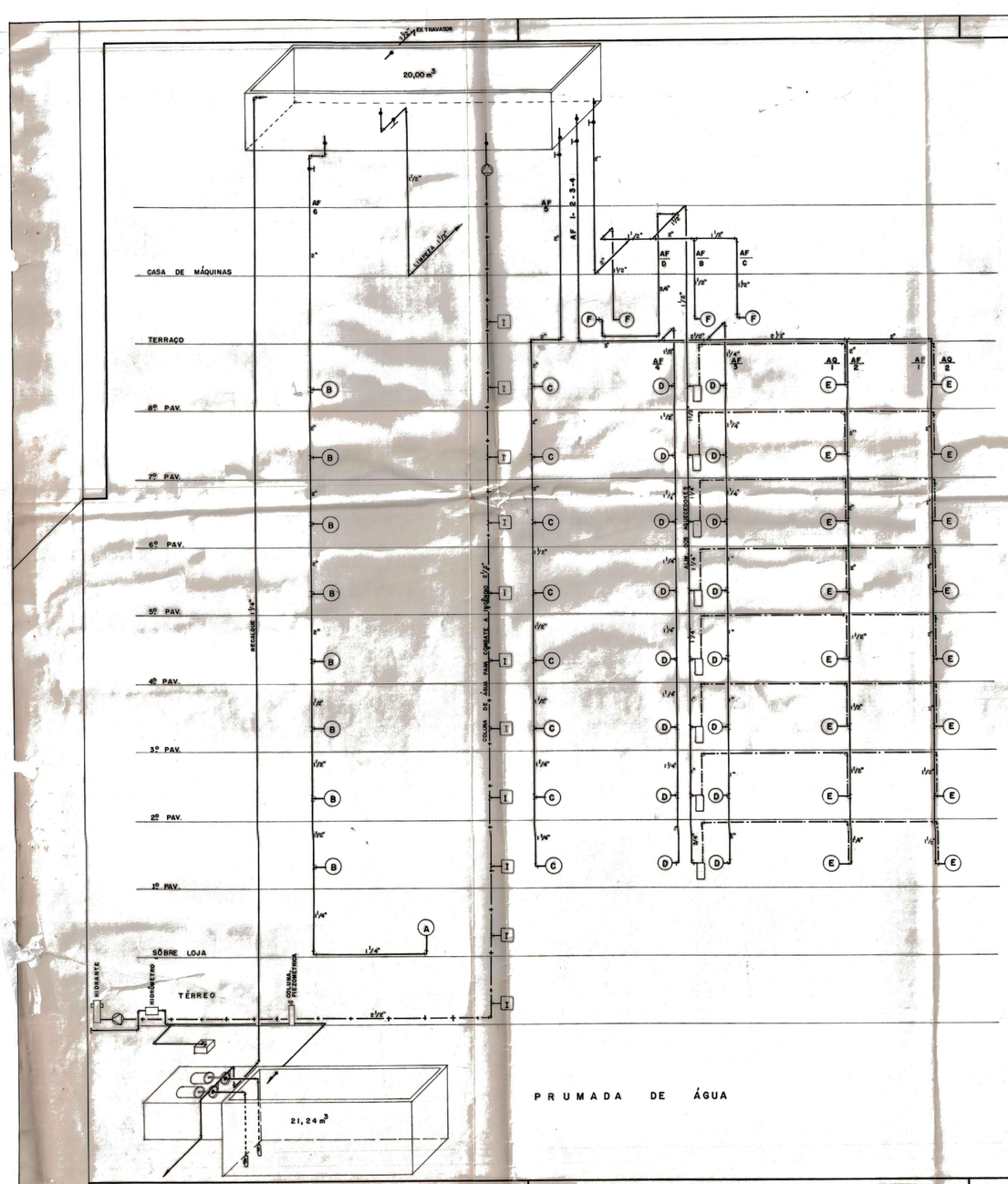
FOLHA 5/6

TÍTULOS: CASA DE MÁQUINAS • DETALHES ESC. INDICADAS

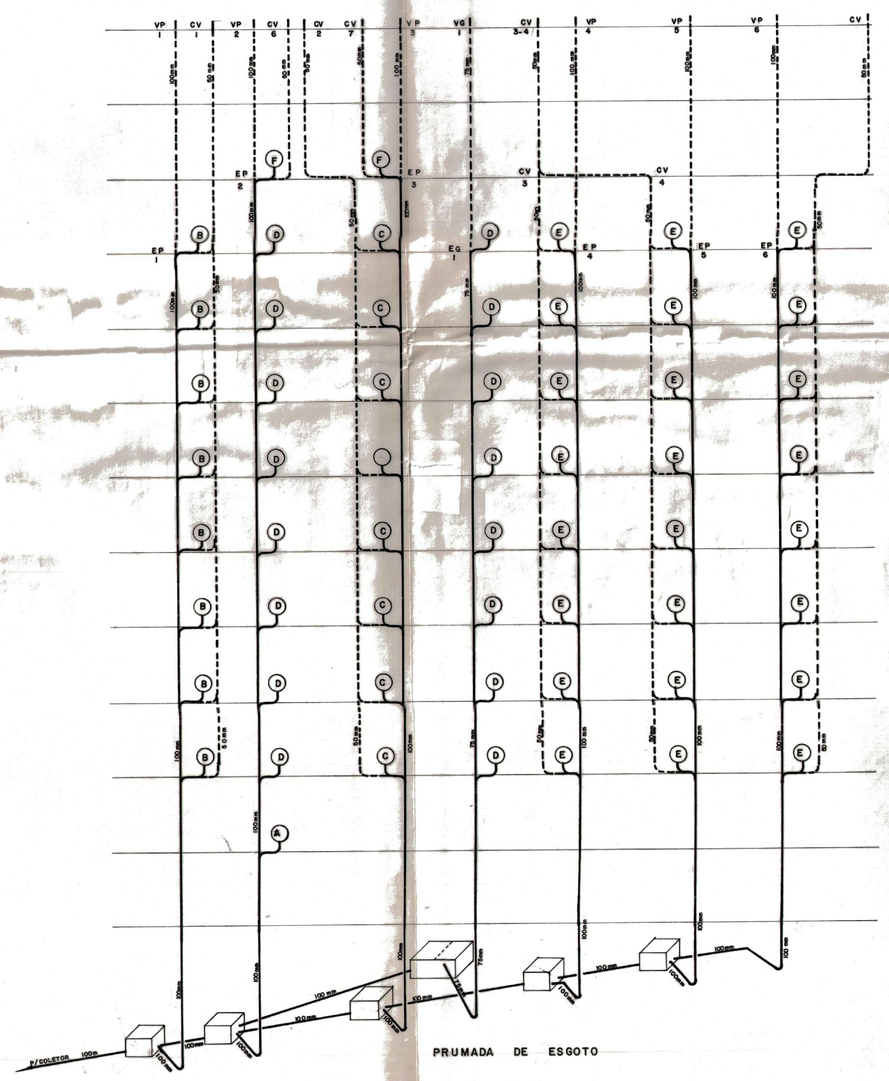
APROVAÇÃO:

Seção de Fiscalização e Vistoria - S. F. V. - Este documento deverá ser conservado na Construção. AS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS serão fiscalizadas e deverão obedecer rigorosamente ao projeto aprovado.

Saneamento de Goiás S.A. DAEG-DIP. S.F.V. APROVADO Em 22 de Março de 19[illegible]



PRUMADA DE ÁGUA



PRUMADA DE ESGOTO

INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

RUA 23 - QUADRA 71 - LOTE 53 - CENTRO - GOIÂNIA • GOIÁS

ÁREA DE CONSTRUÇÃO: 2.608,82 m².

PROJETO DE UM PRÉDIO RESIDENCIAL

CONDOMÍNIO EDIFÍCIO DEL'REY

PROPRIETÁRIO: CONDOMÍNIO EDIFÍCIO DEL'REY

PROJETO: Bartolomeu Muniz Grenia CREA 28/D - 15ª Região — José Muniz Falcão CREA 86/D - 15ª Região

RESP. TÉCNICO:

FOLHA 6/6

TÍTULOS: PRUMADAS ESC. INDICADAS

APROVAÇÃO:

Seção de Fiscalização e Vistoria - S. F. V. - Este documento deverá ser conservado na construção. AS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS serão fiscalizadas e deverá obedecer rigorosamente ao projeto aprovado.

Saneamento de Goiás S.A. DAEG.-D.I.P. S.F.V. APROVADO Em 30 de Abril de 1976