



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

IVAMAURO AILTON DE SOUSA SILVA

**CLIMA E ARENIZAÇÃO EM GILBUÉS-PIAUÍ: DINÂMICA DAS
PRECIPITAÇÕES E A VULNERABILIDADE DA PAISAGEM AOS EVENTOS
PLUVIAIS INTENSOS**

GOIÂNIA
2014

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS (TEDE) NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **Dissertação** **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor (a):	Ivamauro Ailton de Sousa Silva				
E-mail:	ivamauro@hotmail.com				
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim		<input type="checkbox"/> Não		
Vínculo empregatício do autor					
Agência de fomento: CNPq				Sigla:	CNPq
País:	Brasil	UF:	GO	CNPJ:	
Título:	CLIMA E ARENIZAÇÃO EM GILBUÉS-PIAUI: DINÂMICA DAS PRECIPITAÇÕES E A VULNERABILIDADE DA PAISAGEM AOS EVENTOS PLUVIAIS INTENSOS				
Palavras-chave:	Clima; Arenização; Gilbués-Piauí; Vulnerabilidade da Paisagem				
Título em outra língua:	CLIMA Y ARENIZATION EN GILBUÉS-PIAUI: DINÁMICA DE LA PRECIPITACIÓN Y VULNERABILIDAD DEL PAISAJE LOS EVENTOS INTENSO DE LLUVIA				
Palavras-chave em outra língua:	Clima; Arenization; Gilbués-Piauí; Vulnerabilidad del paisaje				
Área de concentração:	Natureza e Produção do Espaço				
Data defesa: (28/03/2014)					
Programa de Pós-Graduação:	Programa de Pós-Graduação em Geografia (IESA)				
Orientador (a):	Dra. Juliana Ramalho Barros				
E-mail:	Juliana.ufg@superig.com.br				

*Necessita do CPF quando não constar no SisPG

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão Acrobat.

Ivamauro Ailton de Sousa Silva
Assinatura do (a) autor (a)

Data: 17/ 07 /2014

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

IVAMAURO AILTON DE SOUSA SILVA

**CLIMA E ARENIZAÇÃO EM GILBUÉS-PIAUI: DINÂMICA DAS
PRECIPITAÇÕES E A VULNERABILIDADE DA PAISAGEM AOS EVENTOS
PLUVIAIS INTENSOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Natureza e Produção do Espaço

Linha de Pesquisa: Análise Ambiental e Tratamento da Informação Geográfica

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Ramalho Barros

GOIÂNIA
2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
GPT/BC/UFG

S586c

Silva, Ivamauro Ailton de Sousa.

Clima e arenização em Gilbués-Piauí [manuscrito]: dinâmica das precipitações e a vulnerabilidade da paisagem aos eventos pluviais intensos / Ivamauro Ailton de Sousa Silva. - 2014.

183 f.: il., tabs.

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Ramalho Barros.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Socioambientais, 2014.

Bibliografia.

1. Chuvas – Solos – Erosão – Gilbués (PI). 2. Arenização – Gilbués (PI). 3. Chuvas – Gilbués (PI). I. Título.

CDU: 551.578.1:631.459



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: NATUREZA E PRODUÇÃO DO ESPAÇO

ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE JULGAMENTO DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE

Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Aos vinte e oito dias do mês de março do ano de dois mil e quatorze (2014), a partir das 15h e 00min, no Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás, teve lugar a sessão de julgamento da Dissertação de Mestrado de Ivamauro Ailton de Sousa Silva, intitulada "CLIMA E ARENIZAÇÃO EM GILBUÉS-PIAUI: DINÂMICA DAS PRECIPITAÇÕES E A VULNERABILIDADE DA PAISAGEM AOS EVENTOS PLUVIAIS INTENSOS". A Banca Examinadora foi composta, conforme Portaria n.º 018/2014 da Diretoria do IESA, pelos seguintes Professores Doutores: Profa. Dra. **Juliana Ramalho Barros** (presidente), Prof. Dr. **Márcio Henrique de Campos Zancopé** (membro titular) e Profa. Dra. **Marta Celina Linhares Sales** (membro titular externo). Os examinadores arguíram na ordem citada, tendo o candidato respondido satisfatoriamente. Às 18:15 horas a Banca Examinadora passou a julgamento, em sessão secreta, tendo a candidato obtido os seguintes resultados:

Profa. Dra. Juliana Ramalho Barros (Presidente) – Ass. _____

Aprovado(a) Reprovado(a) ()

Prof. Dr. Márcio Henrique de Campos Zancopé – Ass. _____

Aprovado(a) Reprovado(a) ()

Profa. Dra. Marta Celina Linhares Sales – Ass. _____

Aprovado(a) Reprovado(a) ()

Resultado final: Aprovado(a) Reprovado(a) ()

Houve alteração no Título? Sim () Não

Em caso afirmativo, especifique o novo título: _____

Outras observações: _____

Reaberta a Sessão Pública, o(a) Presidente da Banca Examinadora proclamou o resultado e encerrou a sessão, da qual foi lavrada a presente ata, que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora e pela Secretária do Programa de Pós-Graduação em Geografia.

Secretaria..... _____

Daiane Cristina Pereira Dionizio
Assistente Administrativo IESA/UFG
SIAPE: 2072165

Dedico especialmente para minha querida Mãe Elza Maria pelo apoio incondicional e aos meus queridos sobrinhos: Leticia e o “pequeno” Lucas. Esta dedicatória é apenas uma simples demonstração do meu enorme carinho por vocês!!!

Homenagem ao Professor Aziz Ab'Saber (in memoriam) e ao meu conterrâneo, Geógrafo e Climatologista Dr. Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro (Criador da Escola Brasileira de Climatologia Geográfica), por suas brilhantes trajetórias científicas, contribuindo de forma essencial e valorosa para divulgação da Geografia: a mais abrangente e singular das ciências, a única comprometida ao mesmo tempo com a sociedade e com a natureza. O contato com suas obras são um convite e uma janela para a descoberta do quanto grande pode ser a contribuição de um Geógrafo para entender as relações, as dinâmicas existentes no Planeta, além de refletir sobre as belezas e os horizontes infinitos das paisagens (insólitas) do Brasil.

Minha eterna admiração a esses grandes mentores e mestres!

Ao finalizar essa importante etapa da minha vida acadêmica, profissional e pessoal, é fundamental destacar a participação e ajuda de algumas pessoas que contribuíram para que essa dissertação de Mestrado fosse concluída.

Primeiramente, agradecer a participação da minha mãe Elza Maria, na realização deste trabalho. Sou profundamente grato por tudo o que me proporcionou ao longo da minha vida. Ela simplesmente é uma protagonista do meu crescimento e desenvolvimento intelectual, pois desde o início até os dias atuais me incentivou e não mediu esforços para me auxiliar, contribuindo de forma essencial para minha formação e conhecimento nesta nova etapa e concretização de mais um sonho. Palavras, cores, sentidos, gestos seriam insuficientes para manifestar meus eternos sentimentos e gratidão por tudo o que você fez por mim em todos esses anos.

Sei que também a construção desta dissertação se deu pela participação e auxílio de outras pessoas (familiares e amigos) que o mínimo que poderia fazer como demonstração do carinho seria elencar os nomes aqui:

A professora Dra. Juliana Ramalho Barros, pela orientação que ocorreu com respeito e transparência, agradecer pela disponibilidade, incentivos, paciência, ensinamentos e principalmente pela confiança depositada em minha pessoa nestes quase cinco anos de trabalho, assim como a compreensão com um principiante e às vezes “enrolado” orientando, e não poderia jamais deixar de agradecer pela sua amizade ao longo de todos esses anos, foram experiências fundamentais para meu crescimento intelectual – meu eterno carinho e admiração. Em toda trajetória acadêmica ela foi mais que simples professora e orientadora, mas, tornando especialmente uma GRANDE e ETERNA amiga que vou guardar para sempre no meu coração.

Ao quadro familiar, agradeço, aos meus queridos irmãos Ivoneide Sousa e Ivonaldo Sousa que em determinados momentos me ajudaram juntamente com minha mãe. À Madrinha Francisca pelo incentivo e por me proporcionar momentos únicos e inexplicáveis no Ceará, ocasião que inclusive teve a participação de minhas/meus adoráveis primas/primos “sertanejas(os)” Mikaelle, Rosângela, Elvys e Elisângela. Aos outros familiares agradeço e aproveito para pedir desculpas pelas minhas constantes ausências do convívio com vocês.

Aos meus amigos de Goiânia: à Karine Araujo, que durante a jornada acadêmica (graduação e mestrado) me conquistou pra vida inteira, foram tantas conversas, descobertas, tantos risos, bagunças fabulosas que fizemos na faculdade e em outros lugares/cidades (João Pessoa lembra? risos intensos), enfim agradeço pelo companheirismo. Ao “Rodrigo Ernandes (com muito afago pela amizade e momentos divertidos), Carol Trindade (exótica, meiga e indispensável), Ythallo Izidio (pela Cia e amizade e pelos vários momentos lascivos), Uélix Faria (pela Cia e intervenções, seja para assistir filme, vídeos engraçados ou badalar nas noites de Gyn rs), ao, Matheus Emanuell, Hanier, Vitor Rabello, Flávio Cavalcante, Jaciara, Márcio Ribeiro e Hector” foram pessoas que compartilhei e ainda compartilho momentos intensamente agradáveis e fantásticos... Alguns me ajudaram em períodos que precisei, mas todos de uma forma íntegra, me tiraram de alguns momentos “monótonos” para improvisarmos coisas divertidas e para me descontraírem expondo as “novidades e os babados” e além dos “rolezinhos” concretizados em Goiânia, Pirenópolis...! À Euma Campos, Bárbara Oliveira, Karol Rocha, agradeço pela companhia durante esses anos na UFG e nos diversos eventos de Geografia, elas em nenhum momento me deixaram sozinho e quando estamos juntos é para conversar sobre “aqueles” assuntos, sorrir e

fotografar. Agradeço também minha amiga pernambucana Jeissy (uó) pela amizade e disponibilidade durante a minha estadia em sua casa no Recife e sem esquecer o Samuel que foi meu “guia turístico”, adorei a receptividade de vocês (pestes). Eis de guardar para sempre esses momentos enigmáticos que compartilhei com vocês: obrigado Amigos!

À Socorro Ramalho minha conterrânea (Mãe da Jú), pois me recebeu muito bem em sua residência, quando precisei viajar (Brasília a Recife) para cursar a disciplina de Mestrado na UFPE. “Mulher”, simplesmente adorei conhece-la.

Aos professores do Instituto de Estudos Socioambientais – IESA/UFG: Dr. Márcio Henrique de Campos Zancopé que já na Graduação e no exame de qualificação de mestrado apresentou relevantes contribuições para o desenvolvimento da pesquisa e aceitou o convite para participar da defesa. Ao professor Dr. Paulo Sobreira pelo empréstimo da Tese de Livre docência do Prof. Dr. José Bueno Conti (USP) disponível apenas em formato impresso: uma das obras mais importantes sobre Desertificação no Nordeste brasileiro. E por fim, à professora Dra. Gislane Luiz pela participação no exame de qualificação de mestrado, momento, no qual, apresentou relevantes contribuições e sugestões para a pesquisa.

À professora Dra. Marta Celina Linhares Sales da Universidade Federal do Ceará por enviar sua Dissertação de Mestrado sobre Gilbués que foi de grande importância para esta pesquisa e por aceitar o convite para participar da banca de defesa se deslocando de tão longe (Fortaleza) para fazer parte da banca, momento no qual, apresentou relevantes contribuições para a pesquisa. É uma grande honra para mim, saber que você e o Prof. Márcio dedicaram tempo na leitura e análise do trabalho.

À Professora Dra. Dirce Maria Suertegaray (UFRGS) pelas tantas conversas e discussões por e-mail sempre estando apta em apresentar sugestões e indicações bibliográficas. Aproveitar para agradecer pelo livro encaminhado diretamente a minha residência “Arenização: natureza socializada”, uma obra e coletânea fantástica que reúne várias e excelentes pesquisas sobre o processo de Arenização no Brasil. Aos professores Dr. João Nucci (UFPR) e Dr. Fernando Mota (UFPE) agradeço pelas importantes contribuições conceituais e metodológicas apresentadas em suas disciplinas e também pela excelente receptividade e prontidão, pois sempre atenderam as minhas solicitações.

A população de Gilbués-PI (Manuel Cirqueira e Isac Assunção) por participarem dos questionários e entrevistas durante os trabalhos de campo, pelas conversas prévias, contribuíram para o andamento e desenvolvimento da pesquisa. Ao fotógrafo João Brito Junior por autorizar o uso de suas fotografias de Gilbués.

Ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, o qual não encontro palavras adequadas para expressar meu profundo agradecimento, pela bolsa concedida. Essa, foi essencial para o desenvolvimento da pesquisa (realização de trabalhos de campo em Gilbués-PI) e me possibilitou a participação em diversos eventos, ampliando meu conhecimento dentre um mundo das diversas interfaces da Geografia.

À Universidade Federal de Goiás, no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Geografia, agradecer especialmente ao Professor/coordenador Dr. Ivanilton José de Oliveira e Bruno Zuillo, pois sempre atenderam as minhas solicitações que podiam ser burocraticamente realizadas.

À Deus, por ter me iluminado em mais uma jornada, e, finalmente a todos que de uma forma ou de outra me ajudaram a chegar ate aqui e concluir mais uma etapa da minha vida.

“Esse clima não é apenas ambiente, na terra, isto é, meio em que os seres que nela existem se banham com satisfação ou dificuldade: é ação, que determina reação, acomodamento, alterações, novas formas de seres, dotados de qualidades que retratam esses meios diversos. O clima é assim o artista da vida”.

Afrânio Peixoto (1938, p. 15)

Gilbués! Gilbués! Ó terra alvissareira,
Como uma flor sonhando aos ósculos do clima!
Que ternura, que amor, que glória é que te anima,
Ó soberba porção da Pátria Brasileira?!...

Ó doce Gilbués de Serras e Malhadas,
As blandícias de um céu de seda e de veludo,
Como um desdobramento eterno de Alvoradas!

Primeira estrofe do soneto “Gilbués” do poeta piauiense

Celso Pinheiro (*1887 +1950)

RESUMO

Nesta pesquisa, investigou-se o processo de degradação ambiental em Gilbués adotando-se o conceito de “Arenização” para caracterizar a erosão do solo. O trabalho discute a dinâmica pluviométrica e sua influência no processo de arenização, enfatizando, ainda, interfaces com outros elementos da paisagem. Para o seu desenvolvimento, após ampla revisão bibliográfica, realizou-se a compilação de mapas temáticos, coleta, organização e análise dos dados pluviométricos da Estação Hidroclimática da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, referentes ao período de 1963-1999. As visitas técnicas proporcionou a análise da paisagem, os registros fotográficos e realização de entrevistas com pesquisadores e moradores da região. Foram elaborados gráficos de precipitação e quadros-sínteses que permitiram a identificação de períodos com padrão seco, habitual e chuvoso e a elaboração do calendário de risco climático, que indicou os meses nos quais a paisagem torna-se mais vulnerável aos processos erosivos hídricos. A dinâmica pluviométrica em Gilbués revelou-se da seguinte forma: a) precipitação com alta variabilidade espaço-temporal, com distribuição desigual no decorrer do ano, tanto em escala anual como mensal e diária; b) precipitação concentradas entre dezembro a fevereiro; c) ocorrência de chuvas intensas, chegando a precipitações de 144 mm/dia. O calendário de risco indicou que dezembro, janeiro e fevereiro são os meses que apresentam a maior vulnerabilidade para a paisagem, pois são os períodos com chuvas mais intensas. Outro período considerado crítico é o da chamada transição climática (fim da estiagem e início das chuvas), quando a paisagem está suscetível e as primeiras chuvas apresentam intensidades elevadas e moderadas. A pesquisa induziu às seguintes conclusões: a) o aumento das precipitações acelera a arenização; b) o processo de arenização deriva da atuação das águas da chuva em áreas com solo exposto, sendo muito associado ao escoamento hídrico, aos cursos d’água, ocorrendo em rampas no entorno de morros/serras que estão em fase de regressão. Os principais condicionantes à ocorrência da arenização são: a estrutura litopedológica, aspectos geomorfológicos, ecológicos (vegetação rasteira) e hidrológicos (fluxo fluvial da drenagem) e, por fim, episódios de chuvas torrenciais. Por meio da análise das condições geoambientais e do histórico da ocupação na região, pode-se afirmar que o processo encontra-se estabilizado e sua origem é natural, ainda que em alguns períodos tenha sido intensificado (pontualmente) pela ação antropogênica.

Palavras-chave: Clima; Arenização; Gilbués-Piauí; Vulnerabilidade da paisagem.

RESUMEN

En este estudio, se investigó el proceso de degradación ambiental en Gilbués adoptar el concepto de "arenization" para caracterizar la erosión del suelo. El documento analiza la dinámica de precipitación y su influencia en el proceso de arenization, haciendo hincapié además en las interfaces con otros elementos del paisaje. Para su desarrollo, después de una extensa revisión de la literatura, había una compilación de mapas temáticos, recopilación, organización y análisis de los datos de precipitación de la estación hidroclimática de Superintendencia de Desarrollo del Nordeste, para el período 1963-1999. Las visitas técnicas permitieron el análisis del paisaje, registros fotográficos y entrevistas con investigadores y lugareños. Los gráficos de precipitación y de tramas-síntesis que permitieron la identificación de los períodos con patrón seco, normal y húmedo y el tiempo de desarrollo de los riesgos climáticos, que indican los meses en los que fueron diseñados el paisaje se vuelve más vulnerable a la erosión del agua. La dinámica de precipitación en Gilbués probaron de la siguiente: a) precipitación con alta variabilidad espacial y temporal, con distribución irregular a lo largo del año, tanto a escala anual, mensual y diaria; b) precipitación concentrada entre diciembre y febrero; c) ocurrencia de fuertes lluvias, la precipitación alcanza 144 mm / día. El riesgo cronograma indica que diciembre, enero y febrero son los meses de mayor vulnerabilidad en el paisaje, así como los períodos de lluvias más intensas. Otra consideración importante es el período de la llamada transición climática (inicio de las lluvias y tardío la sequía), cuando el paisaje es susceptible y las primeras lluvias tienen intensidades altas y moderadas. La investigación llevó a las siguientes conclusiones: a) el aumento de las precipitaciones acelera arenization; b) el proceso de arenization deriva de la acción del agua de lluvia en zonas con suelo expuesto, está estrechamente asociado a la escorrentía del agua de los cursos de agua, que se producen en las laderas circundantes colinas / montañas que se someten a la regresión. Las principales limitaciones para la ocurrencia de la arenization son: estructura litopedológica, los aspectos geomorfológicos, ecológicos (maleza) e hidrológicos (flujo de drenaje fluvial) y, por último, los episodios de lluvias torrenciales. A través del análisis de las condiciones geo-ambientales y de la historia de la ocupación de la región, se puede afirmar que el proceso se estabiliza y su origen es natural, aunque en algunos períodos se ha intensificado (ocasionalmente) por antropogénico.

Palabras-clave: Clima; Arenization; Gilbués-Piauí; Vulnerabilidad del paisaje

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
CAPITULO 1 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA	22
1.1 Estudos climáticos acerca da dinâmica dos processos erosivos	22
1.1.1 Características pluviométricas, erosão e vulnerabilidade da paisagem	24
1.2 Desertificação: pressupostos teóricos e amplitude conceitual	26
1.2.1 Áreas suscetíveis à desertificação no Brasil: Geotopos e os núcleos	32
1.3 Bases conceituais sobre o processo de Arenização	39
1.3.1 Ocorrência da Arenização no Cerrado: algumas notas	42
1.4 Estudos precedentes e o surgimento de novas abordagens sobre a degradação ambiental em Gilbués-PI e as questões políticas envolvendo o termo desertificação	45
1.5 Abordagem geossistêmica na Geografia: subsídio para o estudo do processo de desertificação e arenização	49
CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTOS METODOLOGICOS E OPERACIONAIS	53
2.1 Bases metodológicas: os caminhos trilhados da pesquisa	53
2.1.1 Operacionalização da pesquisa	53
2.1.2 Procedimentos metodológicos	54
CAPÍTULO 3 - CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL E A DINÂMICA DA OCUPAÇÃO DO SOLO DE GILBUÉS-PI	64
3.1 Localização	64
3.2 Aspectos Geológicos	65
3.3 Características dos solos	69
3.4 Evolução regional do relevo sul piauiense	73
3.4.1 Contexto Geomorfológico da área de estudo	75
3.5 Rede Hidrográfica	81
3.6 Cobertura vegetal: Cerrados, Campestres e Matas	82
3.7 Circulação atmosférica: marcas da tropicalidade subúmida	85
3.7.1 Características climáticas da área de estudo	87
3.7.2 Regime e distribuição da precipitação pluviométrica	88
3.7.3 Tipos de chuva	89
3.8 Marcas iniciais da ocupação da terra no sul piauiense	90
3.8.1 Atuais usos do solo: a consolidação da agropecuária em Gilbués	92
CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO DA PESQUISA	97
4.1 A dinâmica pluviométrica de Gilbués entre 1963-1999	97
4.1.1 O regime pluviométrico de Gilbués: uma síntese e aspectos gerais da chuva	150
4.2 Variabilidade pluviométrica da área de estudo entre 1963-1999	152
4.3 Quadro-Síntese: identificação dos anos secos, habituais e chuvosos	153
4.4 A intensidade pluviométrica e sua relação com a vulnerabilidade da paisagem	155
4.5 Análise da cobertura do solo de Gilbués e a ocorrência da arenização no sudoeste piauiense	162
4.5.1 Suscetibilidade geombiental da paisagem ao processo de Arenização	165

CONSIDERAÇÕES FINAIS

172

REFERÊNCIAS

178

INTRODUÇÃO

Em linhas mais abrangentes e dentro de uma abordagem clássica e contemporânea, a Geografia é uma ciência que tem como principal finalidade a investigação dos processos e interações que ocorrem na paisagem e a organização dos arranjos espaciais que se realizam no espaço geográfico, incluindo neste contexto os aspectos climáticos, geomorfológicos, pedológicos, ecológicos e sociais.

Conti (2005) afirma que a geografia sempre se fundamentou na ideia da integração dos processos que atuam no quadro físico e da relação de dependência entre estes e a dinâmica da sociedade. Nesse sentido, está cada vez mais aceito entre os cientistas que os problemas ambientais não podem ser compreendidos isoladamente, sendo necessário realizar interfaces que consideram os componentes geoambientais e antropogênicos.

Para Cunha e Guerra (1996) o estudo da degradação ambiental não deve ser realizado apenas sob o ponto de vista físico. Na realidade, para que o problema possa ser entendido de forma global, integrada, holística, devem-se levar em conta as relações existentes entre a degradação ambiental e a sociedade. Assim, as relações entre clima, relevo, vegetação, bacias hidrográficas, litopedológicas e ações antrópicas são fundamentais para a compreensão da gênese e intensificação da degradação ambiental.

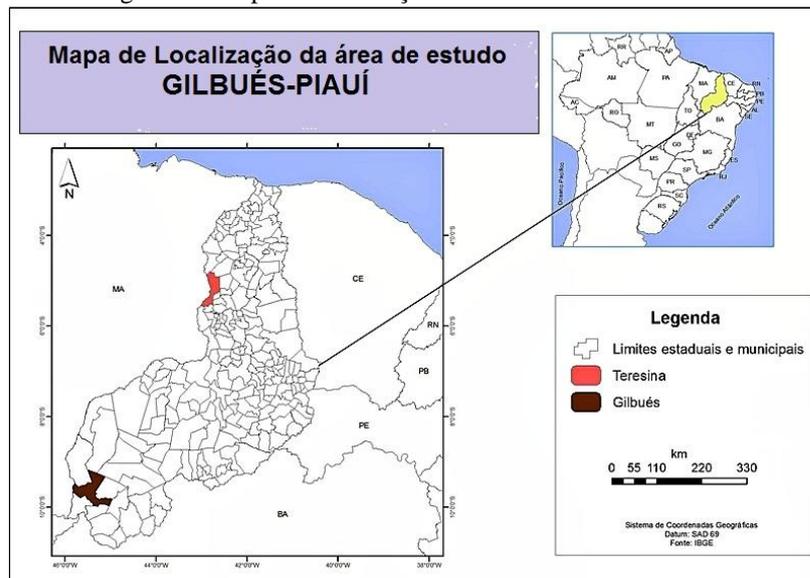
A análise de episódios pluviométricos excepcionais que causam impactos marcantes na paisagem revela sua importância no planejamento ambiental, principalmente acerca das ações sociais, uma vez que, processos de degradação ambiental, tais como: erosão pluvial, desertificação, arenização, afetam as atividades socioeconômicas comprometendo o bem-estar da população como também podem danificar o ambiente.

Nesse sentido, constata-se cada vez mais a importância do clima, principalmente o regime pluviométrico como recurso necessário e influenciador nos diferentes segmentos sociais (agricultura, indústria, cidade, entre outros) e naturais (vegetação, hidrologia, solos, erosão). Portanto, o clima tem sido considerado condicionante expressivo na dinâmica do ambiente, principalmente quando ocorre episódios excepcionais, bem como um aumento pluvial significativo, desencadeia processos erosivos no solo, provocando significativos prejuízos econômicos, sociais e ainda modificações e impactos na paisagem.

Fenômenos como sulcos, ravinas, assoreamento dos corpos hídricos, desmoronamento de encostas, voçorocas, o surgimento e expansão de terrenos arenosos, são alguns dos processos que evidenciam a dinâmica e morfogênese da paisagem na área de

estudo que se localiza em Gilbués, município situado no sudoeste do estado do Piauí (Figura 1). Desde a presença e ocupação inicial das populações indígenas, a área investigada foi denominada pelos nativos de *Jeruboés*, que significa “Terra Fraca”, o que já demonstra a percepção da área pelos grupos indígenas como “espaço frágil”.

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo – Gilbués



Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

O município de Gilbués apresenta alguns paradoxos acerca da dinâmica ambiental e territorial. De um lado, sofre com as consequências do processo de degradação de solos, que se manifestam na forma de erosão com intenso transporte de sedimentos oriundos de chuvas intensas e que causa a redefinição da morfologia fluvial e o assoreamento de mananciais. Esta circunstância inviabiliza o uso da terra em determinadas áreas do município, principalmente na porção centro-sul.

Por outro lado, apresenta aptidão agrícola na porção norte, pois oferece um conjunto de condições físicas favoráveis para atividades agropecuárias, como energia solar abundante, clima, tipos de solo e topografia que permite a mecanização dos solos - fatores necessários para o plantio de culturas comerciais.

A área de estudo é denominada oficialmente pelo Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca como um dos “núcleos de desertificação” do nordeste brasileiro, sendo considerada o maior núcleo do país, com extensão, segundo Brasil (2004) de aproximadamente 6.131 km². Todavia, o núcleo de Gilbués apresenta condições ambientais que distingue das áreas em desertificação no nordeste brasileiro.

Conforme a revisão teórica, os núcleos de Irauçuba-CE, Cabrobó-PE, Seridó-RN apresentam clima semiárido (presença de aridez), precipitações anuais inferiores a 800 mm, embasamento cristalino, penúria de recursos hídricos, solos pedregosos e rasos, vegetação do tipo Caatinga e depressões interplanálticas como principal forma de relevo (BRASIL, 2004).

As diferenças do núcleo de Gilbués com os demais se refere às características climáticas (clima tropical subúmido) com pluviosidade média anual em torno de 1.200 mm, ausência de extensos períodos de estiagem e aspectos geoambientais como a litologia (sedimentar), pedológicos (solo areno-argiloso), geomorfológicos (rampas longas no entorno de chapadas, morros/serras), hidrológicos (abundância hídrica) e Cerrado como cobertura vegetal predominante.

Diante desta controvérsia acerca do enquadramento de Gilbués como núcleo de desertificação, Sales (1997) afirma que a área degradada em Gilbués não deve ser considerada como típica de desertificação, não só pela situação socioambiental, mas também pelos processos morfodinâmicos que ali ocorrem, diferem enormemente da realidade da região semiárida do nordeste brasileiro. Para Sales (Op. Cit) isso pode ser constatado tanto pela análise climática (ausência de aridez) como também no perfil socioeconômico com destaque principalmente para a baixa densidade populacional de Gilbués.

Conforme os conceitos apresentados pela literatura sobre a desertificação e de acordo com as diferenças geoambientais do núcleo de Gilbués com os demais núcleos de desertificação do nordeste brasileiro considerou mais adequado nesta pesquisa, o emprego do termo e conceito de “Arenização”, para elucidar o processo de erosão do solo característico do sudoeste piauiense.

Segundo Suertegaray (1992) arenização é o processo de retrabalhamento de depósitos arenosos que promove uma dificuldade de fixação da cobertura vegetal, devido à intensa mobilidade de sedimentos arenosos resultantes da erosão hídrica e eólica.

Para Suertegaray (1992) os espaços que ocorrem a arenização constituem áreas de morfogênese acelerada associada a regiões de clima úmido, embora períodos de estiagem sejam comuns. Já o processo de desertificação é reservado para expressar a degradação do solo, vegetação, água em condições climáticas adequadas, bem como períodos secos prolongados, baixos índices pluviométricos e presença de aridez (SUERTEGARAY, 2001).

O termo “desertificação” tem uma maior aceitação na academia. Isso deriva do fato de a “Organização das Nações Unidas (ONU)” influenciar na discussão de soluções para as áreas desertificadas com a possibilidade de obtenção de recursos para mitigação e ou recuperação dessas áreas. Assim, alguns pesquisadores adotam essa conceituação. O objetivo

é de certa forma inserir-se nos programas de combate à desertificação financiados pelo governo.

A degradação ambiental em Gilbués se constitui em uma extensa área de solo exposto avermelhado, com vegetação rasteira desenvolvida de forma raquítica em superfícies levemente onduladas, produzindo na paisagem uma microtopografia do tipo “*Badland*” conhecida pela comunidade como “malhadas” (Figura 2).

Figura 2 – Malhadas de Gilbués



Fonte: Isac Assunção, 2013

As malhadas são áreas intensamente erodidas pelo vento e água das chuvas, que promovem a perda de horizontes superficiais do solo, acarretando cicatrizes no relevo. Nessa área, por causa da intensa mobilização de sedimentos coluviais, o surgimento da cobertura vegetal e o desenvolvimento de uma vegetação de porte mais denso ficam bastante comprometidos.

Segundo Sales (1997) há registro desde o final do século XIX acerca da ocorrência dessas áreas de “malhadas”, no qual, o Engenheiro Gustavo Dodt enviado às nascentes do rio Parnaíba pelo então Presidente da Província do Piauí, desaconselhava as terras de Gilbués para instalação de uma colônia agrícola:

“Uma zona entre o rio Gurguéia e o Uruçuí-Vermelho, onde apresentam campos limpos, cobertos de capim penhasco, denominadas malhadas, cujo terreno é formado de barro vermelho” (DODT, 1887, p. 61 apud Sales, 1997, p. 147)

A expressão “malhadas” também é encontrada em documentação histórica de escritores que descreviam a paisagem de Gilbués em seus poemas no fim do século XIX e

início do século XX. Em um dos trechos do soneto “Gilbués” escrito pelo poeta piauiense Celso Pinheiro as “malhadas” são enfatizadas como feição típica da paisagem de Gilbués:

Ó doce Gilbués de Serras e Malhadas,
As blandícias de um céu de seda e de veludo,
Como um desdobramento eterno de Alvoradas!
(CELSO PINHEIRO, 1917).

Ao realizar esse resgate histórico, é possível notar a ocorrência das “malhadas” na área de estudo em informações registradas em documentos do século XIX que antecedem à ocupação humana significativa na área. Inclusive a própria designação de “Terra Fraca” definida pelas populações indígenas, indica que a paisagem da área de estudo já apresentava intensa morfogênese e processos erosivos atuando fortemente na região.

Estas informações em plano histórico, foram extremamente relevantes para compreender a apropriação da área e também para contestar as afirmações apontadas por diversos “autores” de que a exploração e mineração de diamantes ocorrida entre 1940 a 1970 foram responsáveis pela gênese e ampliação da degradação ambiental em Gilbués, no máximo contribuiu pra sua expansão em áreas pontuais, ocupando uma porção muito pequena.

Por meio da historicidade da ocupação da área, se pode avaliar que o processo erosivo peculiar na área de estudo, desvenda ser de “origem natural articulado com a própria evolução e dinâmica da paisagem”, porém em alguns períodos foi intensificado (pontualmente) pela ação antropogênica. Assim, ao recorrer à história ambiental, isso ofereceu uma nova investigação que considera os processos iniciais de ocupação e a relação com as características ambientais.

Diante do panorama apresentado, a problemática da pesquisa, está fundamentada nas seguintes questões:

- a) Em que medida as condições climáticas permite determinar o enquadramento de Gilbués como fora das áreas/regiões suscetíveis à desertificação?
- b) É possível por meio do enfoque geoambiental considerar a arenização como processo erosivo atuante na área de estudo?
- c) Em que circunstancias a paisagem se torna vulnerável às características climáticas e aos eventos extremos/intensos de precipitação?
- d) Até que ponto as fortes e concentradas chuvas em consonância com os demais elementos da paisagem, desencadeiam os processos de arenização da área de estudo?

Diante do interesse de aprofundar a temática, em sua essência, a presente pesquisa tem como objetivo principal: identificar as possíveis relações entre o clima e o processo de

arenização, buscando fornecer informações sobre a dinâmica e a intensidade pluviométrica para avaliar a vulnerabilidade da paisagem, contribuindo também para investigar a suscetibilidade da arenização em Gilbués por meio de interfaces, oferecendo subsídios para o planejamento ambiental e territorial.

De forma complementar, a título de objetivos específicos, pretende-se:

- a) Elaborar uma caracterização geral da área de estudo, considerando a abordagem integrada (características geoambientais, históricas e socioeconômicas), utilizando a base teórica, mapas temáticos, trabalhos de campo e fotografias;
- b) Realizar uma análise espaço-temporal da pluviosidade em Gilbués, caracterizando, assim, o regime pluviométrico (mensal e diário) no período de 1963-1999;
- c) Identificar por meio de quadro-sínteses e pluviogramas a ocorrência dos anos secos, habituais e chuvosos e também dos eventos extremos, permitindo entender o regime e a variabilidade pluviométrica da área de estudo;
- d) Avaliar a relação entre intensidade pluviométrica e determinar o grau de vulnerabilidade da paisagem;
- e) Verificar a influência da pluviosidade no desencadeamento do processo de arenização considerando a intensidade pluviométrica, empregando dados das estações meteorológicas;
- f) Enfatizar as possíveis modificações na paisagem, as áreas prioritárias e setores mais críticos quando a suscetibilidade a arenização através de imagens orbitais, mapas temáticos, trabalhos de campo e registros fotográficos;

A precipitação é uma das variáveis meteorológicas mais importantes para os estudos climáticos, em particular para a caracterização das diversas regiões do Brasil. Tal importância reside em suas consequências e, quando ocorridas em um curto intervalo de tempo (chuva intensa), podem acarretar impactos adversos na paisagem.

Ainda hoje, sabe-se que a dinâmica pluviométrica da área de estudo é pouco conhecida e muito se tem especulado a respeito do clima de Gilbués e de prováveis mudanças ocorridas no regime da precipitação (diminuição) e no aumento da temperatura em decorrência do processo de “desertificação”.

Assim, considerando a ausência de estudos sobre a dinâmica pluvial, avaliou ser proeminente desenvolver esta pesquisa que privilegia além do clima, os componentes da paisagem como o substrato rochoso, o solo, a vegetação, a hidrografia e o relevo. Portanto, a carência de estudos que aplicam enfoque sobre a dinâmica pluviométrica foi um dos pretextos para a realização da pesquisa, pois os pressupostos teóricos dos trabalhos realizados sobre a

degradação ambiental em Gilbués destacam principalmente abordagens sobre o uso e ocupação do solo como causador do processo.

A análise do clima e, especificamente, a caracterização do comportamento pluvial é de grande relevância para uma avaliação de sua susceptibilidade aos riscos naturais que levam a arenização em Gilbués. Desta forma, considerou-se que a região necessitaria de estudos climáticos mais aprofundados. Para tanto foi fundamental ter uma conjugação de uma análise de dados anuais, mensais e diários.

Nesse sentido, se justifica ser relevante ampliar o conhecimento sobre a dinâmica pluviométrica em Gilbués que apresenta intensa degradação dos solos, ocasionando profundas consequências sociais e econômicas (terras menos produtivas, diminuição da agropecuária, abandono das terras, êxodo rural e agravamento das condições de vida) e ambientais (alterações microclimáticas, ressecamento de corpos hídricos) e além de impactos na paisagem.

O caminho transcorrido no âmbito da pesquisa considera a paisagem como componente analítico central, sendo o conceito geográfico que possibilita a leitura de diferentes instâncias e na decifração do espaço geográfico que se articulam sob diferentes condições. A categoria paisagem possui várias definições, representando uma investigação e vinculação com uma específica corrente de pensamento geográfico.

Cavalcanti (1998) corrobora que o conceito de paisagem na Geografia tem como campo de estudo os “aspectos e fenômenos que ocorrem para modelar, organizar e modificar materialmente o espaço”. Santos (1988, p. 61) por sua vez, define a paisagem como “tudo aquilo que nós vemos, o que nossa visão alcança, é a paisagem”. Em uma elucidação mais ampla, o autor assegura que a paisagem é uma aproximação, um primeiro contato do pesquisador com seu objeto de estudo.

Bertrand (1972) determina paisagem como “porção do espaço, resultado da combinação dinâmica, portanto, instável de elementos físicos, bióticos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da mesma um conjunto único e indissociável, em perpetua evolução”.

A corrente epistemológica de Bertrand (1972) acredita que o estudo da paisagem deve-se basear em conceitos e métodos geossistêmicos. Neste contexto, a pesquisa se fundamenta na abordagem integrada da paisagem possibilitando o envolvimento dos aspectos do meio físico e biótico quanto ao social e econômico, visto que, o processo de arenização afeta essencialmente esses segmentos.

No tocante ao quadro metodológico, ao iniciar o processo de coleta de dados, foi possível constatar que, a área de estudo apresenta rede de estações meteorológicas com sérias limitações que residem tanto na má distribuição espacial quanto no que se refere às séries temporais e à qualidade e quantidade dos dados observados de precipitação. E finalmente, diante da obtenção de dados pluviométricos mensais e diários, procurando manter esta porção do sudoeste piauiense como objeto de estudo, optou-se por focalizar as análises na questão do regime e do ritmo pluviométrico desta área.

Nesta pesquisa, foi imprescindível a análise pluviométrica com série-temporal ampla (36 anos) para contestar a concepção assegurada por muitos autores que os processos de degradação ambiental, sobretudo a “desertificação” ocasiona alterações climáticas (diminuição das chuvas), no máximo contribui para a modificação microclimática em termos de temperatura.

A elaboração do quadro-síntese permitiu sintetizar e entender o regime pluviométrico da área de estudo, determinando informações, de caráter cronológico e, também espacial. Assim, possibilitou a identificação de períodos com chuvas escassas (padrão seco), com chuvas abundantes (padrão chuvoso) ou com chuvas habitualmente esperadas (mais frequentes).

A análise do conjunto de dados anuais, mensais e diários em termos de ritmos e tendências, constitui-se um procedimento de suma importância buscando verificar a influência da pluviosidade no desencadeamento (susceptibilidade) de processos erosivos (arenização) e ainda reconhecer a vulnerabilidade da paisagem aos episódios pluviais intensos.

Assim, a pesquisa tem como finalidade de caracterizar o regime pluviométrico e compreender o ritmo de sucessão do regime das chuvas ocorridos na área de estudo. A intensidade e a distribuição da precipitação são características fundamentais para a potencialização de processos erosivos na paisagem, pois a ocorrência de episódios elevados de chuva acima da capacidade de suporte do ambiente, a paisagem, conseqüentemente não consegue oferecer sustentação/equilíbrio tornando vulnerável aos fenômenos pluviométricos de elevada intensidade.

A presente dissertação foi organizada e estruturada em quatro capítulos. O primeiro apresenta o referencial teórico-metodológico que orientou a pesquisa, essencialmente sobre os pressupostos acerca das temáticas inerentes ao clima e processos erosivos incluindo nestes a desertificação e arenização. Objetivando expressar parte do conhecimento construído e divulgado por meio das obras teóricas, optou-se em apresentar uma breve elucidação sistematizando os conceitos norteadores da pesquisa.

O segundo capítulo, inicialmente, aborda o caminho transcorrido da pesquisa, elucidando os aspectos metodológicos bem como os procedimentos, as etapas operacionais do trabalho de forma detalhada.

O terceiro capítulo intitulado de “Caracterização Geoambiental e a dinâmica da ocupação do solo de Gilbués” apresenta a caracterização geral da área de estudo envolvendo a localização, os aspectos geoambientais da paisagem e também aborda uma discussão sobre as características socioambientais (histórico da ocupação e atuais usos do solo) da área de estudo por meio da bibliografia, fotografias e mapas temáticos.

O último capítulo que norteia a dissertação apresenta os resultados da pesquisa, abordando a análise pluviométrica da área de estudo no período de 1963-1999, enfatizando também os períodos de maior intensidade pluviométrica, no qual, contribuiu para definir os períodos que oferece vulnerabilidade à paisagem. Na sequência é discutido por meio de imagens orbitais provenientes dos satélites espaciais, a dinâmica da cobertura do solo e a ocorrência e suscetibilidade geoambiental da paisagem ao processo de arenização, evidenciando os principais condicionantes e fatores.

As considerações finais contemplam a ampliação da pesquisa e a exposição geral do tema abordado, os problemas apontados na pesquisa que foram respondidos no que se refere à interpretação das possíveis relações existentes entre clima e arenização. Nesta parte, também é apresentado às recomendações e a indicações temáticas para futuros trabalhos na região. Destarte, a pesquisa busca contribuir para a compreensão do processo de degradação que atinge a área de estudo, procurando elucidar e ampliar o conhecimento sobre a arenização que ocorre também em outras regiões brasileiras.

Acredita-se que a pesquisa possa ser esclarecedora e servir como base para futuros trabalhos de investigação sobre a variabilidade pluviométrica e a dinâmica da paisagem em Gilbués, região de escassa contribuição teórica nessa temática. Em última instância, pode-se colaborar com informações que possam ser utilizadas para o planejamento ambiental e urbano, uma vez que o bem-estar da população está intimamente ligado à situação ambiental em que ela vive.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA

1.1 Estudos climáticos acerca da dinâmica dos processos erosivos

A Climatologia Geográfica vem assumindo especificidades e complexidades, que formam um campo de ideias, na tentativa de desenvolver complacentes pressupostos teórico-metodológicos que abordam a influência do clima na gênese e dinâmica dos processos físicos que ocorrem na paisagem.

Segundo Monteiro (1991) a análise dinâmica do clima (variabilidade e ritmo) é extremamente importante para a definição em mesoescala dos sistemas morfológicos e para a interpretação da dinâmica dos processos erosivos que ocorrem no ambiente. Conforme o autor, as irregularidades climáticas, as estiagens ou cheias, sempre tiveram uma repercussão negativa nas atividades humanas, pois qualquer evento climático fora dos padrões habituais é capaz de deflagrar uma reação em cadeia que afeta não somente a organização socioeconômica, como também pode danificar o ambiente.

Nesse sentido, o clima tem sido considerado por Bertoni e Lombardi Neto (1985); Salomão (1998); Oliveira (1999); Boin (2000), Crepani et. al. (2008); Guerra e Mendonça (2011) como condicionante expressivo na dinâmica dos processos erosivos. Conforme esses autores, a ocorrência de eventos climáticos extremo-excepcionais assume repercussão intrínseca na gênese e potencialização de processos erosivos na paisagem. Nesta pesquisa os temas/conceitos norteadores como “Arenização e Desertificação” são apresentados como processos erosivos, pois ambos envolvem remoção de partículas de solo.

Para Boin (2000), que concorda com vários autores que o precederam, acerca dos processos erosivos

é necessário compreender as características geológicas, geomorfológicas, pedológicas e climáticas de uma dada área em estudo, pois os processos morfogenéticos hoje atuantes sobre o meio antropogênico são agravados pelo uso e manejo inadequado do solo podem desencadear a dinamização destes processos de forma drástica e catastrófica (BOIN, 2000, p. 3).

Na visão do autor, a declividade das vertentes e as características intrínsecas dos solos são fatores importantes na compreensão dos processos erosivos. Mas, segundo Boin (Op. Cit), é o clima, mais especialmente a sucessão de eventos pluviais rigorosos, como sua

intensidade e duração, que ocasionam os impactos que favorecem a erosão. Conforme o autor a chuva representa uma participação em até 80% na ocorrência do fenômeno da erosão.

Nas contribuições teóricas de Bertoni e Lombardi Neto (1985)

a chuva é um dos fatores climáticos de maior importância na erosão dos solos. O volume precipitado e a velocidade da enxurrada dependem da intensidade, da duração e da frequência da chuva. A intensidade é o fator pluviométrico mais importante na erosão (BERTONI E LOMBARDI NETO, 1985, p. 39).

Boin (2000, p. 4) elucida que “o clima, principalmente no que se refere à variabilidade e irregularidade das chuvas, assume um papel extraordinariamente decisivo no entendimento da erosividade” que é definida pelo autor como a capacidade potencial de um agente qualquer (água, vento, etc.) em provocar erosão.

Segundo Crepani et. al. (2008, p. 128) a erosão, produto da interação chuva e solo é, portanto, “um resultante do poder da chuva em causar erosão e da capacidade do solo em resistir à erosão. O poder da chuva em causar erosão é chamado erosividade, conforme o autor é ocasionado em função das características físicas da chuva”.

Guerra e Mendonça (2011) afirmam que a erosão dos solos tem causa relacionadas à própria natureza, como a quantidade e distribuição das chuvas, a declividade do terreno, o comprimento e forma das encostas, as propriedades químicas e físicas do solo, os tipos de cobertura vegetal, e também a ação antropogênica no aspecto do uso e manejo da terra.

Salomão (1999) enfatiza que as chuvas concentradas favorecem o surgimento de focos erosivos, uma vez que o solo se satura mais rapidamente, aumentando conseqüentemente o escoamento superficial (origem da erosão laminar) e subsuperficial (que dá origem aos pipings, que se associam à origem das voçorocas).

Guerra e Mendonça (2011, p. 230) corroboram que “o avanço do processo erosivo pode causar o estabelecimento de uma rede de voçorocas conectadas e desconectadas na paisagem, denominada pela literatura internacional de *Badlands*”.

Para Oliveira (1999), as gotas das chuvas favorecem o espalhamento (desagregação) das partículas de solos suscetíveis para áreas adjacentes contribuindo para a formação de focos erosivos. O referido autor afirma que a desagregação vai depender do tamanho das gotas e da “intensidade” com que se precipitam e da declividade que possibilitará a formação do escoamento, que pode ser difuso ou concentrado (Figura 3).

Figura 3 - Esquema da desagregação do solo pelo impacto da gota de chuva



Fonte: RITTER, 2006

As forças e energias atuantes na dinâmica dos processos erosivos derivam do impacto das gotas de chuva sobre a superfície do solo descoberto e do fluxo do escoamento superficial hídrico, provocando a ruptura dos agregados e a liberação das partículas.

Segundo Oliveira (1999) a erosão é o fenômeno do desgaste das rochas e solos, com desagregação, deslocamento ou arrastamento das partículas por ação da água ou vento. Quanto aos tipos de erosão, o autor considera 4 grandes tipos (Quadro 1):

Quadro 1 – Tipos e gênese da erosão

Erosão Eólica	Provocada pela ação do vento
Erosão hídrica superficial	Tem como condicionante as águas pluviais
Remoção em massa/Escoamento superficial	Corresponde a movimentos de uma quantidade substancial de materiais das formações superficiais
Erosão fluvial	Processa de modo contínuo e espontâneo pela ação das correntes dos rios.

Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: OLIVEIRA, 1999

1.1.1 Características pluviométricas, erosão e vulnerabilidade da paisagem

A variação espacial e temporal das chuvas é um fenômeno climático bastante dinâmico e essas variações podem ser percebidas no decorrer do ano, das estações, na distribuição mensal e até mesmo no período de um dia ou na sucessão de eventos chuvosos ou secos. Nesse sentido, as condições climáticas registradas em um ano não são repetidas no outro, ou seja, podem ser próximos (habitual) de um valor esperado, inferior (seco) e superior ao registrado (excepcional).

Assim, esse fato é facilmente percebido quando se analisa as precipitações, pois a chuva pode ocorrer em abundância no período determinado como seco e falhar na época apresentada como chuvosa. Essas irregularidades estão vinculadas à circulação atmosférica e caracterizam a variabilidade do clima.

Monteiro (1991) ressalta que, aos estudos de ritmo, inclui a variabilidade e o regime das precipitações pluviométricas, observando-se as relativas quantidades de

precipitações sazonais ou diárias. Desta forma, é fundamental analisar a distribuição temporal e as intensidades (volume/duração) da precipitação, uma vez que são algumas das características que afetam direta ou indiretamente à dinâmica dos processos erosivos e às atividades antropogênicas.

Segundo Boin (2000) as variações climáticas devem ser analisadas sob o aspecto quantitativo (diferentes volumes de precipitação pluvial) e, também, qualitativo (padrões de distribuição pluviométrica e respectivos ritmos), além de espacial (distribuição em área), todos de primordial importância para o entendimento do processo erosivo.

Crepani et. al. (2008) salienta que

“dentre as três características físicas da chuva (quantidade, intensidade e distribuição) é especialmente importante se conhecer a intensidade pluviométrica, pois representa uma relação entre as outras duas características (quanto chove/quando chove) para influenciar processos de escoamento superficial, ocasionando focos erosivos no solo” (CREPANI et. al. 2008, p. 129).

O referido autor, para analisar a vulnerabilidade da paisagem aos eventos pluviométricos, apresenta valores integrados com a duração do período chuvoso no decorrer do ano, recebendo valores de vulnerabilidade entre 1,0 a 3,0 conforme mostrado na tabela 1.

Tabela 1 - Valores de Vulnerabilidade da paisagem aos eventos pluviométricos

Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade	Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade	Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade
< 50	1	200 - 225	1,7	375 – 400	2,4
50 – 75	1,1	225 - 250	1,8	400 – 425	2,5
75 – 100	1,2	250 - 275	1,9	425 – 450	2,6
100 – 125	1,3	275 - 300	2,0	450 - 475	2,7
125 – 150	1,4	300 - 325	2,1	475 - 500	2,8
150 – 175	1,5	325 - 350	2,2	500 - 525	2,9
175 – 200	1,6	350 - 375	2,3	> 525	3,0

Fonte: CREPANI et. al. (2004)

Conforme Crepani et. al. (2008) os valores de intensidade pluviométrica podem ser considerados representantes de valores que são disponíveis para transformar-se em energia cinética responsável pela erosividade da chuva, suficiente para atuar na transformação das paisagens. Desta forma, quanto maiores são os valores da intensidade pluviométrica maior é a erosividade da chuva, designando uma escala de erosividade da chuva que representa a influência do clima na dinâmica dos processos físicos de degradação ambiental.

Boin (2000) afirma que a sucessão de eventos pluviais rigorosos de chuva (intensidades excepcionais e durações prolongadas), favorece e ampliam processos erosivos do solo. Conforme o autor:

são as formas (tipos) de precipitação, pois determinam aos demais elementos geoambientais, condições para o desencadeamento dos processos erosivos, desde o nível das dimensões das gotas, até a duração e densidade de cada fase pluvial, em suas intensidades expressas em mm/hora pode significar maior intensificação dos processos de erosão (BOIN, 2000, p. 68)

Este fato, segundo o autor, elucida a necessidade de se explorar estudos mais minuciosos pertinentes aos tipos de precipitação, sobre áreas tropicais, com a finalidade de melhor compreender os tipos de chuva que causam erosão nos solos. Assim, os processos erosivos ocorridos na superfície terrestre estão vinculados às condições climáticas integrados com outros componentes da paisagem.

Diante do panorama apresentado, foi fundamental abordar essa discussão prévia sobre clima e processos erosivos, uma vez que os fenômenos da “Desertificação” e “Arenização” são considerados pela literatura como processos erosivos dos solos, pois envolve remoção de partículas de solo, ocasionada por fatores climáticos, geomorfológicos, pedológicos e antropogênicos.

Além desse pretexto, a discussão acerca do clima e erosão contribuiu para a compreensão dos termos/expressões que estão presentes no decorrer da pesquisa, oferecendo fundamentação e subsídio para os resultados da dissertação. Contudo, para ampliar e aprofundar essa discussão foi indispensável realizar e apresentar uma elucidação teórico-conceitual sobre os processos de desertificação e arenização. O primeiro ainda é avaliado pela literatura e mídia como o processo atuante em Gilbués e o segundo é considerado mais adequado para explicar o processo de degradação das terras na área de estudo.

A finalidade desta abordagem conceitual é de enfatizar as diferenças acerca das causas, os condicionantes geoambientais e socioambientais desses processos que atuam na dinâmica da paisagem. Assim, foi essencial elucidar a amplitude conceitual desses termos no decorrer da pesquisa.

1.2 Desertificação: pressupostos teóricos e amplitude conceitual

No tocante ao quadro histórico, conforme Hare (1992); MCLEICH (1997) e Schenkel (2003) desde que se iniciou a discussão acerca da “desertificação”, o processo se apresenta como vulnerável aos eventos climáticos, estando intrinsecamente associado a períodos intensos de estiagens, ventos fortes e solos descoberto devido o uso inadequado.

Ao contextualizar esse processo do ponto de vista histórico, inicia-se por meio do fenômeno de tempestade de areia ocorrido nos Estados Unidos da América (EUA) em 1930,

resultado da intensa degradação das terras. O solo exposto foi arrastado pelo vento formando enormes tempestades de poeira (Figura 4). Essa região dos EUA ficou conhecida como *Dust Bowl* (prato de poeira).

Figura 4 – Tempestade de areia (Dust Bowl) em Kansas-EUA – 1930



Fonte: Marketskeptics, 2011

Este fenômeno, segundo Schenkel (2003), provocou mais de 200 tempestades de poeira densa, criando redemoinhos de mais de 6 metros de altura. A causa inicial foi atribuída aos ventos fortes e a seca prolongada. Porém, conforme algumas pesquisas realizadas naquele período (1930) evidenciam que os principais motivos foram o desmatamento, as intensas práticas agrícolas inadequadas, com aragem de terras em sulcos longos e retos, deixando os campos e solos expostos para a agricultura.

Outro impacto decorrente das condições climáticas e desertificação, ocorreram na região subsaariana do Sahel (África) em 1970, onde mais de 250 mil pessoas e milhares de animais morreram de fome em função de um período intenso de seca que comprometeu seriamente as práticas agrícolas de países como o Níger, Mali, Senegal e Mauritânia (HARE, 1992). O que resultou na conferência em Nairóbi.

Assim, estes fenômenos climáticos (tempestade de areia e seca prolongada) motivaram os cientistas Estadunidenses a iniciarem um conjunto de pesquisas e a mencionarem tais processos como sendo referentes à desertificação, sendo a expressão mencionada pela primeira vez pelo pesquisador francês Louis Lavauden em 1927 e popularizada em 1949 pelo Ecológo Andre Aubreville.

Desta forma, a comunidade científica reconheceu a desertificação como um problema desencadeador de severas perdas, atribuindo impactos no ambiente e na sociedade,

inserindo a temática na agenda política internacional, objetivando estabelecer um programa mundial de ação para combater o fenômeno.

A Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente, realizada em Estocolmo (1972), representa o primeiro momento de discussão mundial sobre a desertificação. Ao avaliar a gravidade das consequências da desertificação, decidiu-se, realizar a I Conferência das Nações Unidas sobre Desertificação (UNCD), concretizada em Nairóbi, no Quênia, em 1977, sendo ratificada por 191 países.

A partir da discussão realizada na Conferência de Nairóbi, induziu os países com problemas de desertificação, especialmente os do continente Africano, a elaborarem uma Convenção sobre desertificação que é um instrumento jurídico que a ONU emprega para discutir questões ambientais em nível global. Esta Convenção foi realizada durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92), que ocorreu no Rio de Janeiro.

Na ocasião foi proposto um Plano de Ação de Combate à Desertificação por meio do qual, cada país signatário assumiu o compromisso de elaborar o seu plano. O Brasil, fazendo parte desse grupo, concluiu em 2004 a elaboração do Plano de Ação Nacional de Combate a Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, conhecido como PAN-BRASIL, sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente. Esse plano de ação tem por objetivo estabelecer diretrizes e instrumentos legais e institucionais como forma de aperfeiçoar a formulação e a execução de políticas públicas e investimentos privados nas áreas susceptíveis à desertificação (BRASIL, 2004).

Portanto, nas últimas décadas, a temática “desertificação” ganhou destaque, constituindo-se um tema de primeira ordem, colocando a sociedade em alerta, perante os fenômenos climáticos, as perdas da capacidade produtiva das terras e a crise alimentar entre países ricos e subdesenvolvidos.

No Brasil, os problemas causados pelos eventos climáticos, sobretudo os relacionados à seca/estiagem atingem a região semiárida brasileira, desde os tempos do Império. Sales (2002, p. 117) afirma que “a partir da grande seca de 1877, que o governo passou a considerar a seca como um problema nacional, pois a estiagem prolongada resultou na morte de milhares de nordestinos e marcaram as primeiras iniciativas oficiais de combate aos efeitos da seca”.

A partir desse acontecimento, deriva uma enorme produção teórica tanto literária quanto científica acerca dos problemas causados pelas estiagens que atingem frequentemente a região nordeste brasileira.

Segundo Sales (2002), alguns dos trabalhos são clássicos, indispensáveis na análise e compreensão da forte relação do homem com a rusticidade do ambiente, incluindo-se “Os Sertões”, de Euclides da Cunha, que analisa a influência do ambiente nas condições de vida do homem do sertão, constituindo-se em um dos mais ricos documentos que trata das relações entre ambiente e cultura no semi-árido brasileiro.

Os primeiros pesquisadores a relatarem a problemática da desertificação no Brasil, foram Vasconcelos Sobrinho (1971), a quem se deve o mérito do pioneirismo nos estudos de desertificação no Brasil e posteriormente Ab’Saber (1977).

Além dos referidos autores, outros pesquisadores estudaram o fenômeno da desertificação e da suscetibilidade à mesma no nordeste brasileiro, tais como: Nimer (1980), Conti (1995), Matallo Junior (2001), Sales (1997), Galvão (2001), Nascimento (2006), Aquino (2010) e Suertegaray (1987;1992), lembrando que esta última realizou importantes estudos no Rio Grande do Sul, explicando através do conceito de arenização o processo de erosão do solo característico do sudoeste desse estado.

A produção acadêmica sobre os temas compreendem os mais variados aspectos, analisados em diferentes espaços geográficos, escalas, metodologias e perspectivas. Assim, os referidos autores foram selecionados em função da boa divulgação e repercussão junto aos estudiosos do tema, são, portanto, fundamentais estudos de âmbito regional e local.

Etimologicamente, a palavra desertificação é de origem latina, sendo uma derivação de *desertus* e *fixação*. A primeira apresenta duplo significado; como adjetivo, pode ser traduzido para desabitado, abandonado, inculto. Como substantivo quer dizer solidão, desolação, área vazia. A segunda é um sufixo verbal proveniente do verbo *ficare*, significando ação de fazer, ser feito, ser produzido (TAVARES DE MELO, 1998, p. 1).

Aubreville (1949) que popularizou o termo “desertificação” aponta dois efeitos principais do processo:

I. A erosão dos solos, seja pelo processo laminar, seja pelo ravinamento, processos que se instalariam como consequências de desmatamento; II) Agravamento do *déficit* hídrico dos solos, também em virtude da maior exposição dos mesmos à radiação solar e à ação dos ventos secos. (AUBREVILLE, 1949 apud CONTI, 1995, p.31)

Existem diversos conceitos enfocando o termo “desertificação”. Para Vasconcelos Sobrinho (1978) a desertificação é um processo de fragilidade dos ecossistemas das terras secas em geral, decorrentes da pressão excessiva das populações humanas, perdem a produtividade e a capacidade de se recuperarem.

O geógrafo Ab'Saber (1977, p.1) define desertificação como “processos parciais, pontuais ou areolares, suficientemente radicais para designar degradações irreversíveis da paisagem e dos tecidos ecológicos naturais”. Segundo o autor, as feições de degradação pontuais no território brasileiro são de fácil reconhecimento, sobretudo nas paisagens sertanejas do nordeste, incluídas na categoria de verdadeiros Geotopos áridos.

Conforme Ab'Saber (1977, p. 4) os Geotopos em sua gênese, “são muito variáveis e tais pontos de desertificação incluem fatos ligados a uma predisposição da estrutura geocológica, na maior parte das vezes acentuadas por ações antrópicas diretas ou indiretas”. Assim, o autor caracterizou as áreas suscetíveis à desertificação, de acordo com a predisposição da estrutura geocológica, determinada, principalmente pelas deficiências hídricas sazonais, que em alguns setores associam-se às atividades humanas.

Para Nimer (1980) desertificação é a

crescente degradação ambiental expressa pelo ressecamento e perda da capacidade de produção dos solos. Esse ressecamento crescente do meio natural pode ser uma decorrência da mudança do clima regional e ou do uso inadequado dos solos pelo homem (NIMER, 1980, p. 614)

A Convenção das Nações Unidas de Combate a Desertificação (UNCCD) representou um marco de reflexão nas discussões. O conceito, sobretudo foi orientado por meio da abordagem sistêmica, considerando de forma conjunta as dimensões físico-naturais dos fenômenos as dimensões sociais, econômicas, culturais e políticas.

Na ocasião, a desertificação foi definida pela UNCCD como “a degradação da terra nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas resultante de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas” (BRASIL, 1999, p. 9).

Aquino (2010) considera que a UNCCD representou um ponto de ruptura com o plano conceitual e metodológico dos estudos de desertificação, que, até então empregando uma visão setorial e analítica, priorizava o suporte físico em detrimento dos aspectos sociais e econômicos, definindo os critérios para identificação das áreas suscetíveis a este processo.

De acordo com Drew (1998), a desertificação é um vocábulo de significado amplo, que inclui várias alterações climáticas, ecológicas e geomorfológicas, que diminuem a produtividade biológica de uma área, tornando-a inaproveitável para a agricultura.

Para Matallo Junior (2001, p. 45), a “desertificação é compreendida como a degradação do solo, da fauna, flora e dos recursos hídricos como consequente redução da qualidade de vida das populações afetadas”.

Outra contribuição conceitual foi elaborada por Conti (1995) que define desertificação como processo e, portanto, dinâmica, estando, frequentemente, associado a períodos secos bastante longos, que apresentam alta variabilidade climática, constituindo regiões situadas em clima árido, semi-árido e subúmido seco. O autor enfatiza três modalidades de desertificação (Quadro 2).

Quadro 2 – Tipos de desertificação

Tipos de desertificação	Gênese/condicionantes e conceito
Biológica/Ecológica	Quando os ecossistemas perdem sua capacidade de regeneração, verificando-se rarefação da fauna e redução da superfície coberta por vegetação, seguidas de empobrecimento dos solos e salinização.
Climática	redução progressiva das chuvas, determinada por causas naturais, como por exemplo: alterações na atividade solar, mudança na temperatura de águas oceânicas, fenômenos geológicos.
Antrópica	extensão das paisagens tipicamente desérticas em áreas semiáridas ou subúmidas decorrentes da retirada e exploração predatória em grande escala dos recursos naturais.

Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: CONTI, 1995

Os conceitos encontrados na literatura indicam que o processo de desertificação apresenta a derivação antropogênica como primordial em seu desencadeamento. Todavia, Conti (1995, p. 49) enfatiza que o processo pode ser compreendido como “uma mudança climática desencadeada por causas naturais que é de uma escala cronológica muito mais ampla que a humana, interessando, portanto a estudos geológicos e paleoclimáticos”.

Conforme informações enfatizadas por Conti (1995), a desertificação desencadeada por uma degradação e empobrecimento da natureza pode ser resultado de um processo de mudança climática sendo indispensável estudos de série-temporal longa para analisar se determinada área ocorreu alterações dos indicadores climáticos. Para Conti (Op. cit) o processo de desertificação, no seu sentido mais amplo, pode ser caracterizado por alguns indicadores a partir dos atributos do clima (Quadro 3).

Quadro 3 – O clima como um dos indicadores de desertificação

Elemento Climático	Indicador/Avaliação
Temperatura	Elevação da temperatura média anual em consequência da diminuição da fotossíntese
Precipitação	Redução progressiva das precipitações media em séries superiores há 30 anos
Umidade relativa do Ar	Diminuição da média da umidade relativa
Amplitude térmica	Aumento da amplitude térmica diária em virtude da escassez de vapor d'água presente no ar
Chuva torrencial	Crescimento significativo do escoamento superficial assumindo características de torrencialidade
Déficit Hídrico	Agravamento no Déficit Hídrico dos solos e consequente abaixamento do lençol freático
Ventos	Ação Preponderante da erosão eólica e do transporte horizontal de materiais.

Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: CONTI, 1995

Conforme o quadro anterior é evidente analisar que o processo de desertificação climática está relacionado a mudanças em pelo menos sete (7) elementos climáticos, o que indica que as áreas em processo de desertificação apresentam alterações, por exemplo, na diminuição das chuvas, aumento da temperatura e da redução da umidade relativa do ar.

1.2.1 Áreas suscetíveis à Desertificação no Brasil: núcleos e os geotopos

No espaço geográfico brasileiro o semiárido nordestino é a região que apresenta os exemplos mais expressivos de desertificação. No Brasil, os primeiros trabalhos que apresentam o conceito de desertificação como a degradação das terras produtivas no semiárido, foram conduzidos na região Nordeste, por Vasconcelos Sobrinho (1971) da Universidade Federal de Pernambuco. Sem dúvida alguma, deve-se a este pesquisador o mérito do pioneirismo nos estudos de desertificação no Brasil.

Durante muito tempo se associou desertificação a um processo de formação de deserto. Vasconcelos Sobrinho (2002), por exemplo, afirmava que o semiárido brasileiro é um deserto em potencial, um deserto em formação, em função da ruptura do equilíbrio instável desse ambiente, ruptura esta provocada pelo homem, considerando a ação humana como causa principal do processo.

Conti (1995) adere à afirmação de Vasconcelos Sobrinho (2002) elucidando que a desertificação deve ser entendida como

um conjunto de fenômenos que conduz determinadas áreas a se transformarem em desertos ou a eles se assemelharem. Pode, portanto, resultar de mudanças climáticas determinadas por causas naturais ou da pressão das atividades humanas sobre ecossistemas frágeis (CONTI, 1995, p. 31).

Galvão (2001) complementa que o termo “Desertificação” não constitui a formação ou ampliação de desertos. Conforme a autora

os desertos constituem ecossistemas que se encontram em equilíbrio dinâmico, apresentando complexas interações físicas e químicas, variadas formas biológicas, naturalmente adaptadas ao meio, e cujas populações humanas encontram-se historicamente ajustadas às suas condições. A Desertificação atua direcionando o ambiente a condições de paisagem tipo desértica, determinando perda dos solos, escassez dos recursos hídricos, retrogressão biótica, improdutividade agrícola e abandono das terras (GALVÃO, 2001, p. 1).

Conti (1995, p. 29) afirma que deserto pode ser entendido sob o ângulo climático em que “a evaporação potencial excede à precipitação média anual, resultando em carência de água e fraco desenvolvimento da biosfera e empobrecimento da biomassa, elevação do albedo, mineralização do solo, erosão superficial e eólica, e invasão de areais em decorrência do crescimento demográfico e pressão sobre os recursos”.

De acordo com Galvão (2001) a ocorrência da desertificação é considerada restrita aos ambientes áridos, semi-áridos e subúmidos secos, que naturalmente apresentam fragilidade ambiental e limitadas condições de autocontrole ou autorecuperação, frente à instalação de processos transformadores.

Para determinar a suscetibilidade que determinada região tem ao processo de desertificação a UNCCD considera as zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas todas as áreas com exceção das polares e das subpolares, com Índice de Aridez (IA) entre 0,05 e 0,65. O índice de aridez é mais conhecido como fórmula de Thornthwaite, com o estabelecimento das áreas de risco, servindo de parâmetro mundial, por meio do estabelecimento das seguintes classes climáticas: hiper-árido, árido, semiárido, subsumido seco, subumido e úmido.

O Índice de Aridez é estimado pelo quociente entre a quantidade de precipitação média anual (P) e a perda máxima possível de água por meio da evapotranspiração potencial total anual (ETP). Os tipos de clima com suas respectivas amplitudes de aridez são apresentados no quadro 4.

Quadro 4 – Tipos de clima segundo a amplitude de Aridez

Zonas climáticas	Amplitude do Índice de Aridez (IA)	Escala de suscetibilidade à desertificação
Hiper-árido	< 0,005	-
Árido	0,05 – 0,20	Muito alta
Semi-árido	0,21 - 0,50	Alta
Subúmido Seco	0,51 - 0,65	Moderada
Subúmido e Úmido	> 0,65	-

Fonte: BRASIL, 2004

Conforme o quadro 4, observa-se que as áreas susceptíveis à desertificação no Brasil estão localizadas exclusivamente na região Nordeste do Brasil, com predomínio de climas semiáridos e subúmidos secos, com Índice de Aridez variando entre 0,21 a 0,65. Estas áreas de clima semiárido e subúmido seco são caracterizadas pela ausência, escassez, quantidade limitada e, ainda, pela distribuição irregular das precipitações, associadas a elevadas taxas de evaporação. Assim, o índice de aridez é uma ferramenta para os estudos e as classificações de áreas susceptíveis à desertificação do ponto de vista climático.

Todavia, Galvão (2001) elucida que a

ocorrência da desertificação não se vincula unicamente aos aspectos relativos à aridez, semi-aridez ou à subumidade dos ambientes. O agente determinante no desenvolvimento dos processos de degradação é o mau uso do solo, refletido especialmente nas atividades de sobrepastoreio, desmatamento ou uso agrícola inadequado à capacidade de suporte do meio, aplicado aos sistemas naturalmente secos (GALVÃO, 2001, p. 8).

Matallo Junior (2001) reforça a assertiva de Galvão (2001) enfatizando que o índice de aridez é um critério que não é suficiente para caracterizar as áreas de risco, pois a suscetibilidade envolve outros fatores, além do critério climático.

Conforme Matallo Junior (2001) as áreas de maior risco à desertificação são aquelas que associam alta suscetibilidade com fatores humanos de ocupação, tais como densidade demográfica, formas de manejo, integração aos mercados e índices tecnológicos.

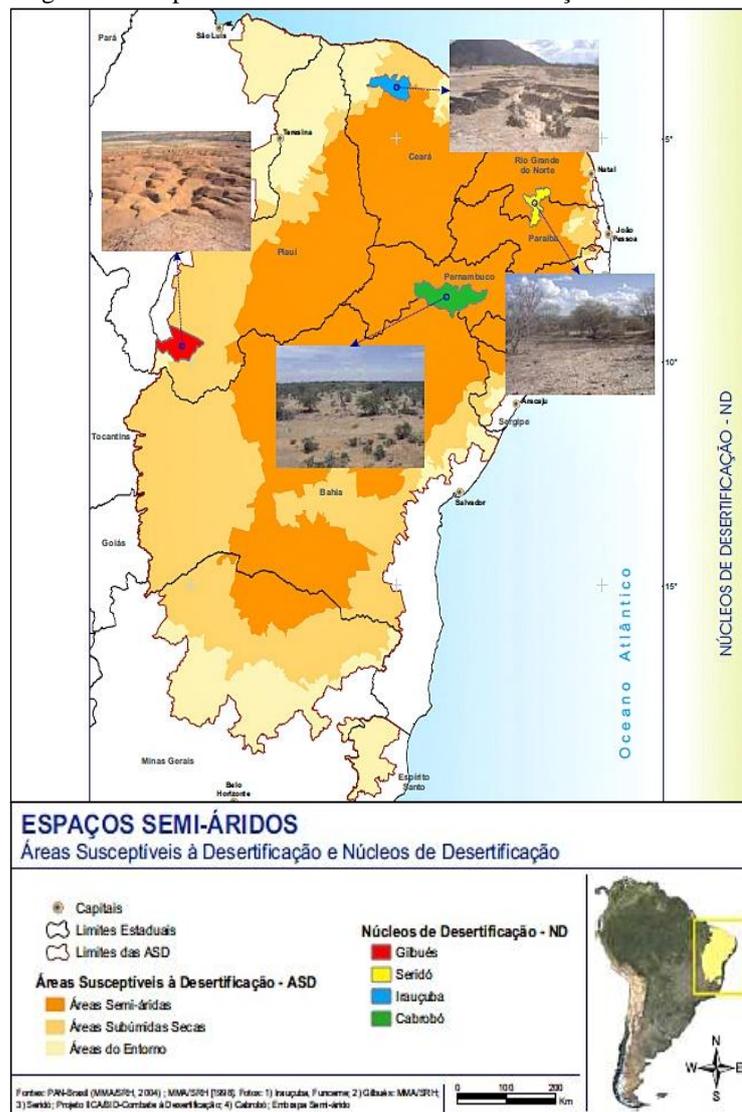
A produção e abordagem desenvolvida por Vasconcelos Sobrinho (1971) é baseada principalmente na metodologia dos indicadores da desertificação, seguindo a orientação geral da UNCCD (1977). O autor discute e avalia a disposição pré-desértica do polígono das secas condicionada por

"um equilíbrio ecológico instável decorrente do regime pluviométrico de baixo índice de precipitações e extrema irregularidade, dos solos rasos com limitada capacidade de retenção de água, amplo fotoperiodismo e ventos secos e quentes com forte poder de desidratação" (VASCONCELOS SOBRINHO, p. 41, 1971).

O referido autor apresentou os indicadores de desertificação: físicos, biológicos, sociais, uso da terra e estabeleceu, ainda, o conceito de áreas-parâmetro como recobertas de vegetação primitiva, selecionou, empiricamente, áreas piloto, onde existiam intensos processos de degradação de solo e da cobertura vegetal, nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Bahia.

Em 1996, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) fundamentado nestes estudos, promoveu visitas a campo de um grupo de pesquisadores a essas áreas selecionadas por Vasconcelos Sobrinho (1971). Dentre elas, quatro foram caracterizadas como de alto risco à desertificação ficando conhecidas como Núcleos de Desertificação, sendo os mais problemáticos e potenciais: Gilbués-PI; Irauçuba-CE; Seridó-RN; e Cabrobró-PE, reconhecidas e caracterizadas até hoje pela literatura (Figura 5).

Figura 5 – Mapa das áreas suscetíveis à desertificação e os núcleos



Fonte: BRASIL, 2004

Todos os núcleos de desertificação, propostos por Vasconcelos Sobrinho (1983) estão localizadas no nordeste brasileiro em clima semiárido e sob embasamento geológico cristalino, com exceção do núcleo de Gilbués em que predomina clima subúmido assentado em litologia sedimentar. O quadro 5 elucida as características geoambientais, os condicionantes e as potencialidades dos quatro núcleos de desertificação do nordeste brasileiro, conforme a revisão teórica (FERREIRA, 1994; SALES, 1997; ACCIOLY, 2000; GALVÃO, 2001; SAMPAIO et. al. 2003; BRASIL, 2004; SILVA, 2011).

Quadro 5 – Panorama elucidativo dos núcleos de desertificação

Núcleo	Área (km ²)	Aspectos Geoambientais	Causas/Potencialidades Naturais	Causas antrópicas
Gilbués	6.131	Litologia: sedimentar (arenitos) Solo: Argissolo Vermelho-amarelo e Neossolo Quartazarênico Vegetação: Cerrado	Material de origem (litologia) Erosão Hídrica Erosão Eólica Chuvvas concentradas Solos arenosos	Mineração Pecuária extensiva (sobrepastoreiro) Queimadas
Cabrobó	4.960	Neossolo Litólico Planossolo Caatinga Hiperxerófila	Aridez Precipitação Irregular	Sobrepastoreio, desmatamento e salinização do solo (projetos de irrigação)
Irauçuba	4.000	Planossolos Neossolo Litólito Caatinga Hiperxerófila	Baixa precipitação pluviométrica Solos arenosos	Uso e ocupação do solo inadequado e desordenada desmatamento intensivo (madeira e lenha) pecuária extensiva
Seridó	2.341	Solos: Neossolos Flúvicos Vegetação: Caatinga Hiperxerófila	Afloramento da rocha Solos rasos e pedregosos com baixa capacidade de retenção de água.	Retirada da cobertura vegetal Extração de argila Sobrepastoreiro

Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Ab'Saber (1977), por sua vez, indicou nove modalidades de fáceis de desertificação no domínio semi-árido das Caatingas, aos quais designa de “geotopos áridos” (Quadro 6), resultantes de uma predisposição da estrutura geocológica, quase sempre acentuadas por ações antrópicas diretas ou indiretas.

Quadro 6 – Geotopos: áreas de ocorrência e características

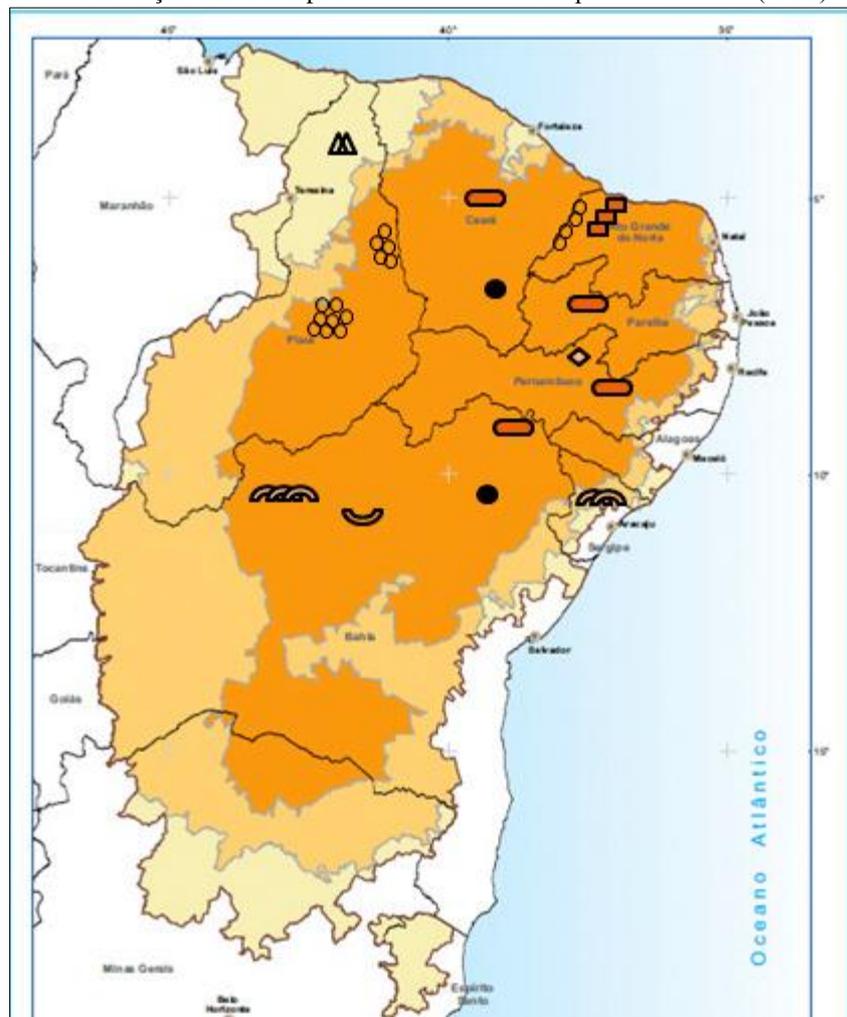
Geotopos	Áreas de ocorrência	Características
Altos pelados	Alto Jaguaribe (fronteira do Ceará com a Paraíba), Vale do Vaza Barris (região de Canudos, Bendegó-Umburanas, no norte da Bahia)	Interflúvios, desnudos de rasas colinas sertanejas, sujeitas a fortes dessolagens, com remoção de mais de 80% da biomassa das caatingas, e redistribuição de fragmentos de quartzo sobre o chão da paisagem.
Salões	Várzeas do Baixo Mossoró e Baixo Apodi, próximo ao mar, na região onde se instalaram as salinas do Rio Grande do Norte (área de Grossos e Areia Branca)	Planícies aluviais, de baixos vales, em áreas onde a semiáridês chega até à costa. Zonas de forte incidência de salinização local, onde os teores relativamente altos de sais impediram completamente a penetração das caatingas e dos carnaubais-galerias, favorecendo apenas a instalação de vegetação rasteira halófila.
Vales e encostas secas	Centro-sul do Piauí, sudeste da escarpa do Ibiapaba, cuesta do Apodi	Caatingas esparsas em vales mal servidos ou encostas de escarpas ou serras situadas a sotavento. Setores de relevos de cuestas com chão pedregoso e baixo nível de alteração de rochas. Enclaves de caatingas no meio de áreas de cerrados em encostas paisagisticamente muito degradadas.
Lajedos, mares de pedra, patamares de inselbergs e campos de inselbergs	Sertões de Paulo Afonso, Milagres, Quixadá, Patos e Arcoverde (Pernambuco)	Pequenas áreas com aridez rochosa definida, sublinhadas por degradações do entorno, em função de ações antrópicas predatórias.
Paleodunas quaternárias	Médio Vale do São Francisco (região de Xique-Xique) e Serra de Itabaiana (Sergipe)	Velhas dunas relacionadas com processos eólicos, fixadas recentemente pela vegetação e sujeitas a uma espécie de redessertificação por ações antrópicas. As areias inconsolidadas desse velho campo de dunas quaternárias são susceptíveis de fácil remobilização, por influências diretas ou indiretas do homem. As dunas de Xique-Xique constituem um documento importante de um episódio paleoclimático moderno, criador de manchas de aridez mais acentuadas do que aquela hoje existente nos sertões secos semiáridos.
Topografias ruiformes e cornijas rochosas desnudas, com aridez rochosa característica	Sete Cidades de Piracuruca, no nordeste do Piauí	Afloramentos rochosos talhados em arenitos, relacionados à Formação Cabeças situadas à frente ou na base de morros testemunhos e escarpas estruturais, mantidas por arenitos.
Revolvimento anômalo da estrutura superficial da paisagem (Badlands)	Sertânia (Pernambuco)	Colinas sertanejas, superficialmente degradadas com exposição de cabeços rochosos subsuperficiais e remoção parcial dos solos rasos. Pequenas extensões de terras, transformadas em um tipo regional de <i>badlands</i> . Manejo do solo inadequado em áreas predispostas a uma forte erodibilidade da arquitetura superficial na paisagem.
Malhadas ou chão pedregosos	Extremo norte da Bahia (área de Umburanas-Bendegó) Ceará, Pernambuco e Paraíba	Diferentes tipos de chão pedregosos, oriundos da liberação de fragmentos de quartzo a partir de cabeços de diques ou veios, ou a partir da desagregação de antigos cascalheiros.
Áreas degradadas por raspagem	Caatinga sertaneja	Faixas de forte degradação local de horizontes superficiais dos solos, que favorecem a expansão e concentração linear das cactáceas, à margem dos caminhos e rodovias. Trata-se de uma espécie de degradação linear, predominantemente viária, relacionada com a raspagem do solo e empréstimos de terra para construção de aterros e barragens.

Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: AB'SABER, 1977

Ainda que não possam ser mapeados em termos de uma cartografia em escala pequena com nível de detalhe mais amplo, Ab'Saber (1977) afirma que podem ser reconhecidos como modelos locais, os “geotopos” estão distribuídos principalmente na região Semi-árida brasileiras e alguns localizados em áreas Subúmidas secas (Figura 6).

Figura 6 – Localização dos Geotopos Áridos identificados por AB'SABER (1977)



LEGENDA

-  Áreas de Peleodunas Quaternárias
 -  Altos Pelados
 -  Lajedos, mares de pedra, patamares de inselbergs e campos de inselbergs
 -  Revolvimento anômalo da estrutura superficial da paisagem (Badlands)
 -  Vales e encostas secas
 -  Salões
 -  Topografias ruiformes e cornijas rochosas desnudas com aridez rochosa
 -  Malhadas ou Chãos Pedregosos
- | | | |
|--|---|---|
|  Áreas Semiáridas |  Subúmidas secas |  Entorno |
|--|---|---|

Organização: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

De acordo com Ab'Saber (1977, p.1699) “os Geotopos, em sua gênese, são muito variáveis, tais pontos de desertificação incluem fatos ligados a uma predisposição da estrutura geoecológica, na maior parte das vezes acentuadas por ações antrópicas diretas ou indiretas.

Os Núcleos e os geotopos de desertificação são caracterizados individualmente por aspectos paisagísticos bastante distintos devido suas características e potencialidades geoambientais que envolve diferentes estruturas litológicas e topográficas, tipos de solo e cobertura vegetal, uso e manejo da terra incluindo neste ultimo aspecto às atividades antrópicas, considerada por diversos autores como principal causa tanto gênese quanto no desencadeamento e aceleração do processo de degradação ambiental.

1.3 Bases conceituais sobre o processo de Arenização

O termo Arenização foi instituído e elaborado por Suertegaray (1987) na tentativa de explicar o processo de erosão do solo/degradação de terras característico do sudoeste do Rio Grande do Sul (RS), amplamente divulgado na imprensa como processo de desertificação.

Para Suertegaray (1992) o termo “desertificação” é reservado para expressar a degradação do solo, vegetação, água em condições climáticas adequadas, bem como períodos secos prolongados e baixos índices pluviométricos.

De acordo com Suertegaray (1992) o sudoeste do RS não apresenta características de aridez, a região tem abundância hídrica, as precipitações médias se situam em torno dos 1400 mm. A autora ao aprofundar a discussão considerou inadequado o uso do conceito/termo de desertificação para explicar os processos erosivos ocorridos no sudoeste do RS.

Suertegaray (2006) constatou que a região apresenta um conjunto de áreas que se caracterizam pela ausência de cobertura vegetal, constituindo, visualmente, extensas áreas de solo (arenoso) descoberto (Figura 7). Essas áreas ao longo do tempo foram reconhecidas pela comunidade local como “areal”, sendo a toponímia encontra em documentação histórica.

Figura 7 – Areais/arenização no sudoeste do RS



Fonte: Dirce Maria Antunes Suertegaray, 2006

Segundo Suertegaray (2001), os areais são depósitos de areias avermelhadas e esbranquiçadas, lavadas, soltas e facilmente mobilizáveis pelas águas do escoamento superficial de origem pluvial e pela erosão eólica. Assim, por não constituírem conceitualmente áreas em processo de desertificação, manteve-se a denominação destas áreas de “areais” que constituem áreas de degradação do solo ou de morfogênese acelerada, não se caracterizando como desertos.

Para sintetizar a explicação deste processo, Suertegaray (1992), derivou do termo areal, o termo “arenização”, sendo este entendido como:

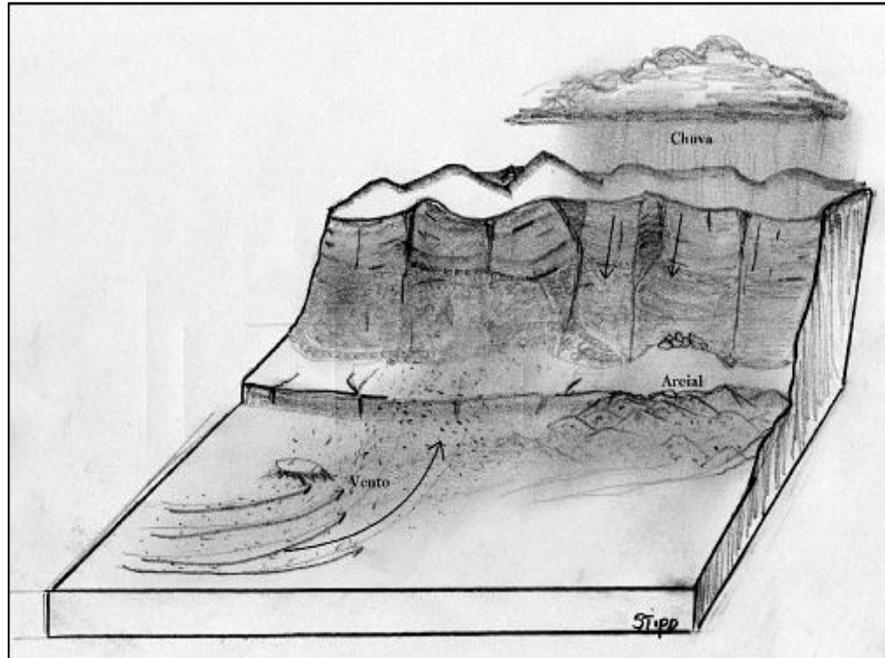
o processo de retrabalhamento de depósitos arenosos pouco ou não consolidados, que promove, nessas áreas, uma dificuldade de fixação da cobertura vegetal, devido à intensa mobilidade de sedimentos arenosos pela ação das águas (erosão hídrica) e dos ventos (erosão eólica) (SUERTEGARAY, 1992, p. 71).

Suertegaray (1992) elucida que a dinâmica dos processos envolvidos na arenização requer disponibilidade de água, ou seja, esta relacionada ao clima úmido e esta associada a uma predisposição geológica (arenitos) e pedológica caracterizada pela presença de solos arenosos suscetíveis a erosão.

Suertegaray (1987) considera como fator climático os ventos como bastantes significativos na dinâmica geomorfológica no sudoeste do Rio Grande do Sul. A autora identificou que os ventos possuem períodos de altas e baixas velocidades durante o ano.

Assim, os processos desencadeados pelas precipitações e pelos ventos atuam nos solos arenosos remobilizando-os potencializando o processo de arenização (Figura 8).

Figura 8 - Ilustração da gênese do processo de arenização

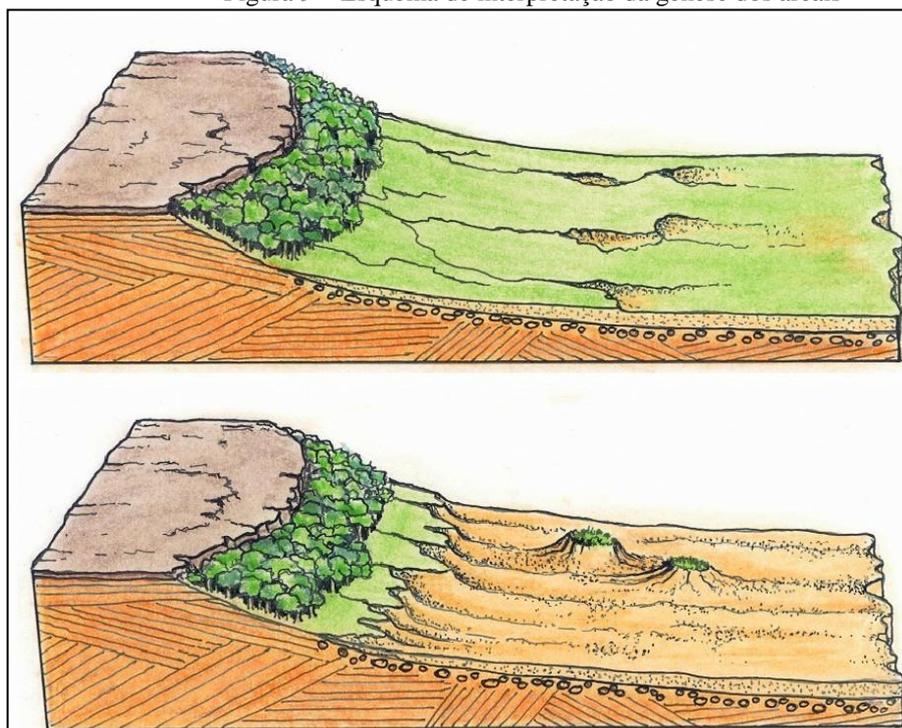


Fonte: STTIP, 2006

Verdum (1997) afirma que as precipitações elevadas são um motor da arenização, pois atingem as formações superficiais com fragilidade estrutural, assim com a vegetação herbácea pouco protetora, formariam ravinamento e voçorocas, retrabalhando os sedimentos juntamente com a ação eólica. Nesse sentido, em regiões/áreas onde a dinâmica da paisagem é influenciada por esses fatores condicionantes (clima, relevo, solo) apresentam aptidão para a ocorrência de processos erosivos.

Conforme Suertegaray (2006, p. 269) “a gênese desses processos erosivos, estaria associado à formação de ravinas que evoluem para voçorocas e depositam a jusante, leques arenosos”. Essas características integradas com a evolução das próprias voçorocas dão origem aos areais, impulsionados, também pela dinâmica eólica (Figura 9).

Figura 9 – Esquema de interpretação da gênese dos areais



Fonte: SUERTEGARAY, 2006

Bellanca (2002) afirma que os areais têm sido interpretados por estudiosos de diferentes áreas do conhecimento, entre elas a Geografia. Estas têm fornecido à ciência informações significativas sobre a gênese desses areais, elucidando-os como de derivação natural e decorrentes de processos hídricos e eólicos atuantes sobre a litologia e solos específicos. O autor enfatiza também que

outros autores, porém levantam hipóteses sobre o assunto vinculado a origem do processo de degradação do solo no sudoeste do RS a causas antrópicas relacionadas ao superpastoreio e ao mau uso do solo (BELLANCA, 2002, p. 4)

Suertegaray (1987) recorrendo à História e por meio de relatos de viajantes que percorreram o estado do Rio Grande do Sul, no século XIX, verificou a existência de areais já naquela época. Desta forma, foi possível perceber que a ocorrência de areais do sudoeste do estado aparecem registrados em documentos históricos que antecedem à ocupação humana expressiva na área.

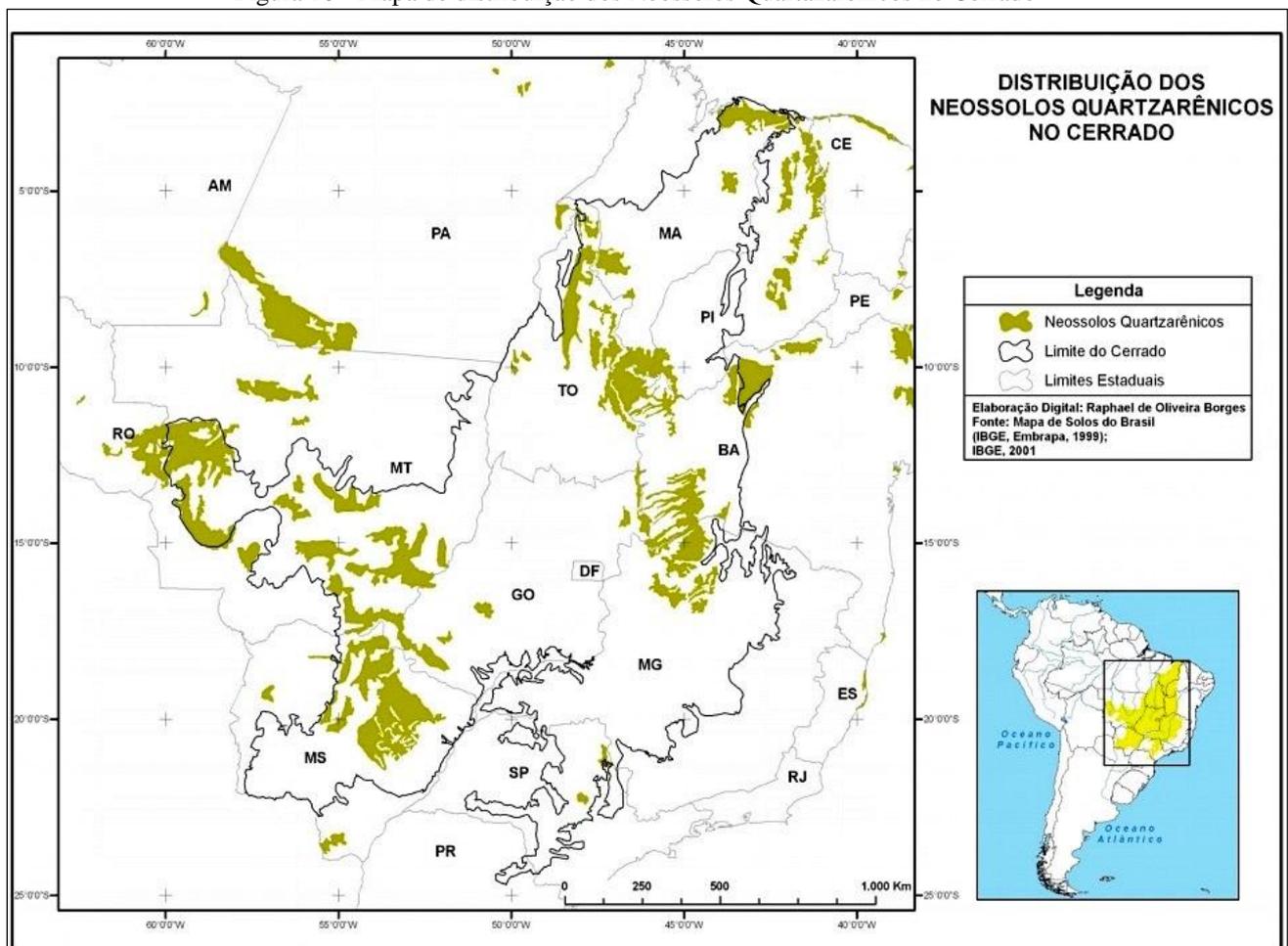
1.3.1 Ocorrência do processo de Arenização no Cerrado: algumas notas

O processo de arenização, segundo Suertegaray (1992) é associado a regiões de clima úmido e semiumido, embora estiagens sejam comuns. A elevada precipitação, em

particular aquela concentrada, favorece os processos de escoamento, potencializando a formação de ravinas e voçorocas, feições resultantes do escoamento concentrado.

No Cerrado Goiano, a arenização ou areais conforme nomenclatura adotada por Antunes (2006), Silva (2006); Sousa (2007), Scopel et. al. (2012) ocorrem principalmente no sudoeste do estado e em alguns setores da alta Bacia do rio Araguaia, áreas com condições pluviométricas de elevada umidade, com precipitação anual em torno de 1.500 mm, assentadas em Neossolos Quartazarênicos (Figura 10), tipo de solo extremamente suscetível a processos erosivos.

Figura 10 - Mapa de distribuição dos Neossolos Quartazarênicos no Cerrado



Fonte: ANTUNES, 2006

Segundo Antunes (2006) os Neossolos Quartazarênicos em Goiás, ocupam cerca de 4,2% da área total do estado e se concentram na região sudoeste, ocorrendo algumas manchas na porção centro-oeste e nordeste do estado. No Piauí esses solos representam cerca de 10,53% da área territorial do estado e tendo inclusive na área de estudo uma boa representatividade.

Reatto et al. (1998), enfatizam que no Domínio Morfoclimático do Cerrado estes solos estão integrados em sedimentos arenosos de cobertura como de alterações de rochas areníticas e quartzíticas, ocorrendo normalmente sobre relevos plano ou suave ondulados.

Pesquisas realizadas por Silva (2006) no setor sul (nascentes) da Alta Bacia do Araguaia, permitiram constatar a presença de inúmeros areais (Figura 11), relacionados de forma estreita com os solos arenosos submetidos a usos e manejos pecuários inadequados, associados também aos processos erosivos hídricos em setores de convergência de fluxos superficiais potencializados pela ação das águas das chuvas concentradas.

Figura 11 – Área de exposição arenosa na Alta Bacia do Araguaia



Fonte: ANTUNES, 2005

Conforme Sousa (2012) os condicionantes da arenização no sudoeste de Goiás, está associado ao material de origem (arenitos da formação Botucatu), ao clima (chuvas mal distribuídas), relevo (vertentes longas e suavizadas), a classe de solo (Neossolos Quartazarênicos Órticos) e o uso e manejo da terra.

Diante do panorama apresentado, a dinâmica dos processos envolvidos na arenização requer disponibilidade de água, ou seja, esta relacionada ao clima úmido e esta associada a uma predisposição geológica e pedológica caracterizada pela presença de arenitos e solos arenosos. Os diferentes conceitos e as distintas perspectivas de interpretação do processo de desertificação e arenização indicam a complexidade das temáticas permitindo perceber-las a partir dos condicionantes de forma integrada. O resgate destes conceitos faz-se necessário, em particular, para a melhor compreensão (preliminar) do processo de degradação ambiental que vêm ocorrendo na área de estudo.

1.4 Estudos precedentes e o surgimento de novas abordagens sobre a degradação ambiental em Gilbués-Piauí e as questões políticas envolvendo o termo desertificação

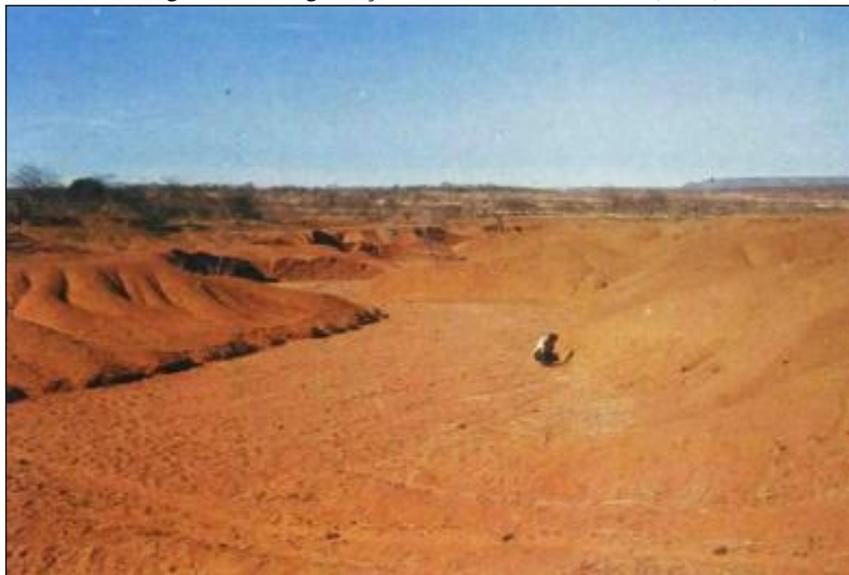
A primeira referência encontrada sobre a degradação ambiental em Gilbués foi realizado por Silva (1972). O autor expõe as características da paisagem:

Região de afloramentos da Formação Areado - decorrente da topografia muito dissecada, onde a intensidade dos processos erosivos é bastante acentuada, até mesmo com a formação de voçorocas, as rochas-mães quase sempre estão expostas, contudo, em certas partes chega a desenvolver-se um solo concrecionário e litossolos. (SILVA, 1972, p. 20).

Posteriormente, o Relatório Final do Projeto RADAMBRASIL - Levantamento de Recursos Naturais, vol. I (BRASIL, 1973), apresenta uma breve discussão acerca da degradação ambiental em Gilbués (Figura 12) designando o processo de “erosão antrópica”, faz a seguinte referência à área:

Na área próxima à cidade de Gilbués, dentro da Depressão de Parnaçuá, a exploração de diamante em conglomerados, criou processos de aceleração da erosão no piso do Pediplano Pleistocênico, em grande extensão (RADAMBRASIL, p. II-21).

Figura 12 – Degradação ambiental em Gilbués (1973)



Fonte: RADAMBRASIL, 1973

A partir daí, diversas outras referências e pesquisas foram desenvolvidas sobre a degradação em Gilbués. Contudo, a vinculação da degradação ambiental da região com a

temática da desertificação foi proposta por Vasconcelos Sobrinho (1971) na obra intitulada “O deserto brasileiro”.

Diniz (1982) apresentou um diagnóstico da região de Gilbués, ao considerar tanto as condições naturais quanto às socioeconômicas, relacionou a ocorrência do processo de desertificação na área com a estrutura do relevo, clima e a ação antrópica. Para o autor, as queimadas regulares, o pastoreio e o desmatamento para instalação de lavouras contribuíram para a aceleração do processo.

A pesquisa de Sales (1997) propõe um estudo acerca das limitações geoecológicas e a identificação de unidades da paisagem representando as diferentes expressões da degradação ambiental de Gilbués. A autora faz uma reavaliação do núcleo indicado por Vasconcelos Sobrinho (1971) como suscetível a desertificação e considera a área, do ponto de vista climático, fora das zonas suscetíveis ao fenômeno, por apresentar valores de aridez que não correspondem com os propostos pela ONU.

De acordo com Sales (1997) pela proposta da ONU as áreas preferencialmente sujeitas à desertificação teriam índices de aridez inferiores a 0,65. Nesse sentido, a região de Gilbués não está vinculada aos processos de desertificação, pois segundo a autora o índice de aridez varia entre 0,86 (estação Gilbués) a 0,96 (Estação Bela Vista), portanto bem acima do valor de referência da ONU.

Sales (Op. Cit) ainda afirma que

a degradação ambiental em Gilbués não deve ser considerada como típica de desertificação, não só pela a situação socioambiental, mas também pelos processos que ali ocorrem, diferem enormemente da realidade da região semi-árida do nordeste brasileiro. Isso pode ser constatado tanto pela análise climática como também no perfil socioeconômico (SALES, 1997, p. 162).

A partir disso, surgiram dúvidas e questões levantadas referentes ao enquadramento de Gilbués como área onde ocorre desertificação. Conforme a revisão bibliográfica foi possível elaborar o quadro 7 que elucida de forma sintética, apresentando as condições físicas que atuam no processo de arenização e desertificação.

Quadro 7 – Condições físicas dos processos de arenização e desertificação

Arenização	Desertificação
Abundância hídrica	Escassez de recursos hídricos (perenes)
Clima úmido e subúmido - ausência de aridez	Clima Semiárido - presença de aridez
Precipitação em torno de 1.400 mm/ano	Precipitações inferiores a 800 mm/ano
Ausência de períodos longos de seca	Períodos secos bastante longos
Embasamento Sedimentar	Embasamento Cristalino e Sedimentar
Solos arenosos e com profundidade média/alta	Solos pedregosos e rasos
Campos (herbácea) e vegetação rasteira no Cerrado (Campo Limpo)	Caatinga
Gênese natural, porém intensificados pela ação antropogênica	Variabilidade climática e ação antropogênica
Processos erosivos dominantes: Hídricos, Eólicos, presença de sulcos, ravinas, voçorocas e superfícies arenosas	Hídricos e presença de ravinas, erosão laminar e selagem do solo
Ecosistema frágil	Explorações excessivas/antropismo

Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Considerando as condições físico-naturais, sobretudo características climáticas e o perfil socioeconômico, o processo de degradação em Gilbués não corresponde ao fenômeno de desertificação, pois os aspectos geoambientais apresentados diferem das áreas com suscetibilidade a desertificação.

Dessa forma, para denominar o processo erosivo do solo que ocorre em Gilbués o termo arenização foi adequado nesta pesquisa. Assim, o conceito de “arenização” se adapta melhor para elucidar o processo de degradação de terras na área de estudo, devido às condições climáticas e uma vez que a paisagem de Gilbués apresenta semelhanças com o sudoeste do Rio Grande do Sul, bem como a ocorrência de arenitos, fluxos hídricos atuantes na cabeceira de drenagens, a posição topográfica em reverso de *cuesta* e morros/chapadas isoladas, a atuação de focos arenosos no entorno de morros e serras, além das características inerentes ao regime pluviométrico (estiagem e chuvas concentradas).

Todavia, o fato de Gilbués não se constituir como área em processo de desertificação, não significa desprezar os problemas que ali ocorrem e tampouco a urgência de ações de política de planejamento e controle para a recuperação das áreas degradadas.

Em caráter oficial, conforme Suertegaray et. al. (2001) e Nascimento (2006) o Governo reconhece áreas com profunda degradação ambiental, sendo consideradas pelo Ministério do Meio Ambiente como “Áreas de Atenção Especial”, localizadas no sul do país (sudoeste do RS e noroeste do Paraná), e região do Jalapão no estado do Tocantins, áreas que não se enquadram na definição oficial de desertificação.

Segundo Verdum (2002) países como Brasil e Uruguai, a degradação dos solos considerada como “desertificação” utilizada de forma popular e abrangente serve de argumento para determinadas áreas receberem a capitalização de recursos da ONU. Desta forma, isso demonstra abertura de um campo de discussão “controvertido” amplamente relacionado com as questões políticas.

Nesse sentido, há uma tendência mundial e, sobretudo no “Brasil” de restringir esse conceito aos processos de degradação do solo, relacionados às condições climáticas de regiões áridas e semiáridas. Por esse pretexto, áreas como o sudoeste do RS e juntamente com a região do Jalapão, no Tocantins, onde também ocorre à formação de superfícies arenosas denominadas por Ab’Saber de paleodunas, são regiões impossibilitadas de receberem verbas do Programa de Combate à desertificação da ONU por não adotarem em sua nomenclatura o conceito de “desertificação”.

No campo institucional, o Governo brasileiro compreende que a ausência de uma determinação política e de concordância entre a comunidade científica, incentivou disputas conceituais e metodológicas que provocaram paradoxos e principalmente dispersão de esforços que inviabilizam o surgimento e constituição de novas linhas de pesquisa em áreas que também apresentam problemas ambientais relacionados à degradação de solos, mas não se enquadram como desertificação do ponto de vista climático/conceitual (BRASIL 2004).

Para Nascimento (2006, p. 96), a “desertificação é um processo-síntese de muitos instrumentos convergentes de política de recursos hídricos, gestão ambiental e combate aos efeitos da seca, elegendo espaços a serem objetos de identificação de demandas e implementação das políticas locais”.

1.5 Abordagem Geossistêmica na Geografia: subsídio para o estudo da desertificação e arenização

O Método de investigação desta pesquisa está fundamentado na visão holística, privilegiando a abordagem Geossistêmica, conforme a Teoria Geossistêmica de Bertrand (1972) e de autores brasileiros que contemplaram pesquisas pautadas nesse enfoque como Ab'Saber (1977); Cristofolletti (1999); Monteiro (2001); Galvão (2001) e Nascimento (2006).

Bertrand (Op. Cit.) considera o Geossistema como uma unidade dimensional compreendida entre alguns quilômetros quadrados, afirma que é nesta escala que se situa a maior parte dos fenômenos de interferência entre os elementos da superfície terrestre e que evoluem as combinações dialéticas, mais interessantes aos geógrafos.

Bertrand (Op.cit.) precursor desse enfoque conceituou Geossistema como um sistema aberto, hierarquicamente organizado formado pela combinação dinâmica e dialética de fatores físicos, biológicos e antrópicos. O autor inova ao propor um modelo conceitual que contemple de forma integrada todos os elementos e atributos da paisagem: a) Potencial ecológico (geomorfologia, clima e hidrologia); b) Exploração biológica natural (vegetação, solo e fauna); c) Ação antrópica propiciando o estudo integrado da paisagem.

No Brasil, autores como Monteiro (2000), Chistofolletti (1999), Ab'Saber (1977) destacam-se pela aceitação e utilização da abordagem Geossistêmica na Geografia, que permitiu uma maior compreensão das paisagens brasileiras e estudos focalizados na climatologia, geomorfologia e ecologia.

Christofolletti (1999) concebe os Geossistemas como sistemas ambientais constituídos por elementos físicos e biológicos da natureza analisados em uma perspectiva geográfica, contemplando as relações e inter-relações entre os sistemas ambientais e os sistemas socioeconômicos.

A proposição geossistêmica de Ab'Saber (1969) reflete nitidamente o caráter integrado e valoriza extremamente o lado da observação sistemática, por meio da descrição da paisagem, considerando os aspectos geoambientais como o todo (envoltório). Essa característica básica da proposta metodológica do autor valoriza a observação e a correlação de eventos, a preocupação é a paisagem vista com as especificidades e a compreensão da fisiologia da paisagem vinculada com a dinâmica atual.

Ab'Saber (1977) destaca-se também pelos estudos realizados no semiárido brasileiro, enfocando a temática da desertificação, processo resultante de variações climáticas

e de ações humanas, evidenciando assim a complexidade deste fenômeno e a exigência de abordagem integrada dos condicionantes/componentes físicos e sociais.

Na literatura os termos Sistemas Geográficos, Complexo Natural Territorial, Sistema Natural, Sistemas Ambientais Físicos, e ainda Abordagem Geoambiental Integrada são empregados pelos autores acima citados como sinônimos de Geossistemas.

Convém ressaltar que a preocupação com a interação entre o meio físico e social fizeram parte dos trabalhos de La Blache (1982). Este procedimento é denominado pelo autor de “combinação dos fenômenos”, no qual, La Blache (1982) afirma que na natureza a maioria dos efeitos (processos) depende de várias causas/fatores que estão em ampla conexão.

Esse conhecimento e interesse pela combinação dos fenômenos teve influência dos naturalistas, que defendiam e privilegiam a abordagem Homem-Meio e Homem-Natureza e as relações entre eles, pois as condições do meio físico influenciaram no desenvolvimento ou estagnação de alguns povos na Terra.

De acordo com Monteiro (2000) a teoria do Geossistema deve ser abordada conforme escalas locais e regionais que permitam sintonizar com ênfase o jogo das combinações dos fatos e atores geográficos. O autor enfatiza que estas combinações devem partir do natural ao social, privilegia a complexidade das interações, por meio de correlações e um esboço das unidades morfológicas. Na obra “Geossistema: a história de uma procura”, Monteiro (2000) esclarece a divisão do tratamento geossistêmico em quatro (4) etapas destacadas no quadro 8.

Quadro 8 – Etapas de análise do método Geossistêmico

Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4
Análise que visa à integração das variáveis naturais e antrópicas	A integração dos usos e problemas em unidades homogêneas	Síntese que assume um papel primordial na estrutura espacial, conduzindo ao esclarecimento do estado real da qualidade do ambiente	Aplicação do diagnóstico e técnicas de avaliação, focalizando a importância que a primeira tem para a percepção geográfica

Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: MONTEIRO, 2000

Em decorrência da sociedade se colocar acima dos processos da natureza, Monteiro (2000) afirma que os “geossistemas” são organizações geográfico-espaciais em que os aspectos socioeconômicos não devem ser sobrepostos aos aspectos geoecológicos.

Além da abordagem sistêmica, Monteiro (2000) tem presença significativa neste diálogo através da sua busca de unificação ou articulação entre Natureza e homem/sociedade.

O enfoque sistêmico é compreendido por Nascimento (2006) como análise Geoambiental Integrada, respaldada nos estudos sociais e da natureza.

Conforme Aquino (2010) a abordagem sistêmica objetiva a formulação de princípios universais aplicáveis aos sistemas em geral, quer de natureza física, biológica ou sociológica, bem como a compreensão das relações existentes entre eles. Nesta perspectiva, sistema é definido como complexos de elementos em interação.

De acordo com Nascimento (2006, p.114) a análise Geoambiental integrada corresponde:

os componentes geoambientais correspondem aos fatores ambientais, físico-bióticos, suporte físico (condições geológicas e geomorfológicas), ao envoltório (condições climáticas) e à cobertura (solos e recobrimento vegetal) e humanos que promovem a dinâmica da paisagem.

Conforme o autor, a análise geoambiental integrada deve ser abordada em procedimentos sistêmicos, pressupondo-se a interação dos fenômenos naturais a partir da troca de fluxos energéticos, de matéria e de informação, correspondentes à teia interativa dos componentes naturais com os sociais em suas múltiplas e complexas relações.

Para avaliar o processo de desertificação ou arenização, diversos autores, elaboram diferentes metodologias, pautadas, sobretudo em indicadores (climáticos, socioeconômicos, biológicos e físicos), procedimentos, análise (temporal e espacial) e escalas.

Nimer (1980) recomenda uma metodologia pautada em três eixos: climatológico (regime pluviométrico, duração da estação seca, variabilidade pluviométrica ano a ano), geomorfológico e pedológico, o resultado desse estudo teria como produto a elaboração de cartas temáticas que, superpostas, permitiriam conhecer os diferentes níveis de riscos à desertificação.

Sales (1997), por sua vez, considera ainda que o estudo sobre o processo de desertificação no nordeste brasileiro é uma grande desafio, já que as deduções climáticas e antropogênicas não proporcionariam uma visão ampla, se fossem apresentadas separadamente. Conforme a autora, estudos de abordagem integrada constituem em um instrumento/procedimento metodológico importante para análises, zoneamentos que possibilitem o estabelecimento de políticas de combate a desertificação.

No contexto da arenização, Verdum (1997) mediante estudos desenvolvidos numa perspectiva sistêmica revela a dinâmica entre a variabilidade climática e o escoamento superficial, demonstra que os solos (arenosos e frágeis) nos quais ocorrem os areais, são vulneráveis aos processos de escoamento superficial concentrado, especialmente em

momentos de chuvas torrenciais, que são características da dinâmica climática regional. O referido autor fornece uma metodologia que resgata dados de precipitações anual, mensal e diária. Conforme estes dados, a precipitação superior a 110 mm /dia (24h) acarretaria transformações no solo, potencializando processos morfogenéticos

Conforme a análise teórica nota-se que a maioria das pesquisas que abordam a temática, refere-se ao diagnóstico do estado atual da desertificação, abstraindo análise temporal dos processos. Ao realizar o resgate histórico do processo, oferece uma nova abordagem, considerando a contribuições da história ambiental para entender os processos e articular em um sistema integrado.

Galvão (2001) afirma que este procedimento tem como objetivo articular a dimensão espacial e temporal por meio de diferentes contribuições da Geografia e História, através da identificação e reconstrução das condições geoambientais pretéritas, as marcas iniciais do uso e ocupação das terras. Assim, a obtenção de registros históricos, arqueológicos, podem fornecer dados sobre o estado ambiental no passado, visto que, as paisagens naturais são combinações complexas que constituem e situam para o plano histórico na escala cronológica.

Diante do panorama apresentado, notam-se as valorosas contribuições da abordagem geossistêmica para a compreensão dos processos físicos que atuam na superfície terrestre. É um viés fundamental para análises integrativas do complexo físico-geográfico no entendimento das relações entre a natureza e a sociedade humana para fins de planejamento territorial e conservação ambiental.

Desta forma, está cada vez mais claro e aceito entre os cientistas que os problemas ambientais não podem ser compreendidos isoladamente. Nesse sentido, a presente proposta de pesquisa, a partir do conceito Geossistêmico e bases teórico-metodológicas fornecidas pelos referidos autores, tornaram-se importantes subsídios para a organização e desenvolvimento inicial da pesquisa.

Assim, optou-se por uma abordagem integrada para o estudo do processo de arenização em Gilbués, considerando também os conceitos norteadores, o recorte espacial e temporal, a caracterização e mapeamento da área de estudo, a construção do caminho (método), a temporalidade dos dados climáticos, a integração dos condicionantes e a análise da dinâmica da paisagem, foram procedimentos fundamentais para a elaboração e obtenção dos resultados da pesquisa.

FUNDAMENTOS METODOLOGICOS E OPERACIONAIS**2.1 Bases metodológicas: os caminhos trilhados da pesquisa**

Nos dias atuais são bem reconhecidas a importância das pesquisas em Geografia que envolve estudos sobre processos de degradação ambiental, na construção de novos parâmetros conceituais e metodológicos para abordar e elucidar os processos que atuam na paisagem e as relações existentes no espaço geográfico.

2.1.1 Operacionalização da pesquisa

Diante dos desafios metodológicos, enfrentados no desenvolvimento desta pesquisa, foi fundamental uma ampla e profunda revisão bibliográfica. Os procedimentos operacionais básicos adotados fundamentaram-se na metodologia de análise integrada da paisagem, caminho científico denominado de Geossistema.

De forma operacional, no caso específico da pesquisa sobre clima e arenização, optou-se por trabalhar com a articulação de dois conceitos geográficos: paisagem e ambiente. Ao trabalhar com a paisagem, segundo Suertegaray (2010)

“é imprescindível focar a sua dimensão fisionômica e processual; ao escolher trabalhar com ambiente, se busca revelar a inter-relação do ser social com seu entorno, evidenciando os processos (naturais ou construídos) de transfiguração desse ambiente que podem afetar a vida humana” (SUERTEGARAY, 2010, p. 24).

Tendo em vista os problemas e os objetivos da pesquisa, este trabalho foi realizado conforme a proposta de análise ambiental de Cavalcanti (2006), e o estudo sistemático sobre arenização desenvolvido por Suertegaray (1987), além de indicações elaboradas por Conti (1995); Sales (1997); Boin (2000) e Crepani (2008) adaptando as metodologias e estudos desses autores, de acordo com a realidade/contexto da área de estudo (Quadro 9)

Quadro 9 – Propostas metodológicas utilizadas na pesquisa

Proposta	Procedimentos e finalidades
Análise ambiental e Mapeamento	I. Definição do problema; II. Delimitação da área de estudo; III. Definição dos objetivos; IV. Revisão bibliográfica; V. Caracterização da área; VI. Elaboração e análise de mapas temáticos; VII. Análise de imagens orbitais; VIII. Trabalho de campo visando analisar a evolução e dinâmica da paisagem; IX. Registros fotográficos;
Dialética Histórica	Compreender a apropriação da área considerando a historicidade dos fatos e os processos temporais que atuaram durante a ocupação e transformação da área de estudo;
Vulnerabilidade da paisagem aos eventos pluviiais intensos	Análise da intensidade pluviométrica (diária e mensal) dos períodos de maior quantidade de chuva e também no período de transição inverno-primavera para definir valores/classes de vulnerabilidade (baixa, estável e elevada);
Tendência, intensidade e frequência da chuva	Análise dinâmica da chuva, série temporal 1963-1999, interpretação, reconhecimento e verificação do regime pluviométrico, bem como sua distribuição, frequência e intensidade.

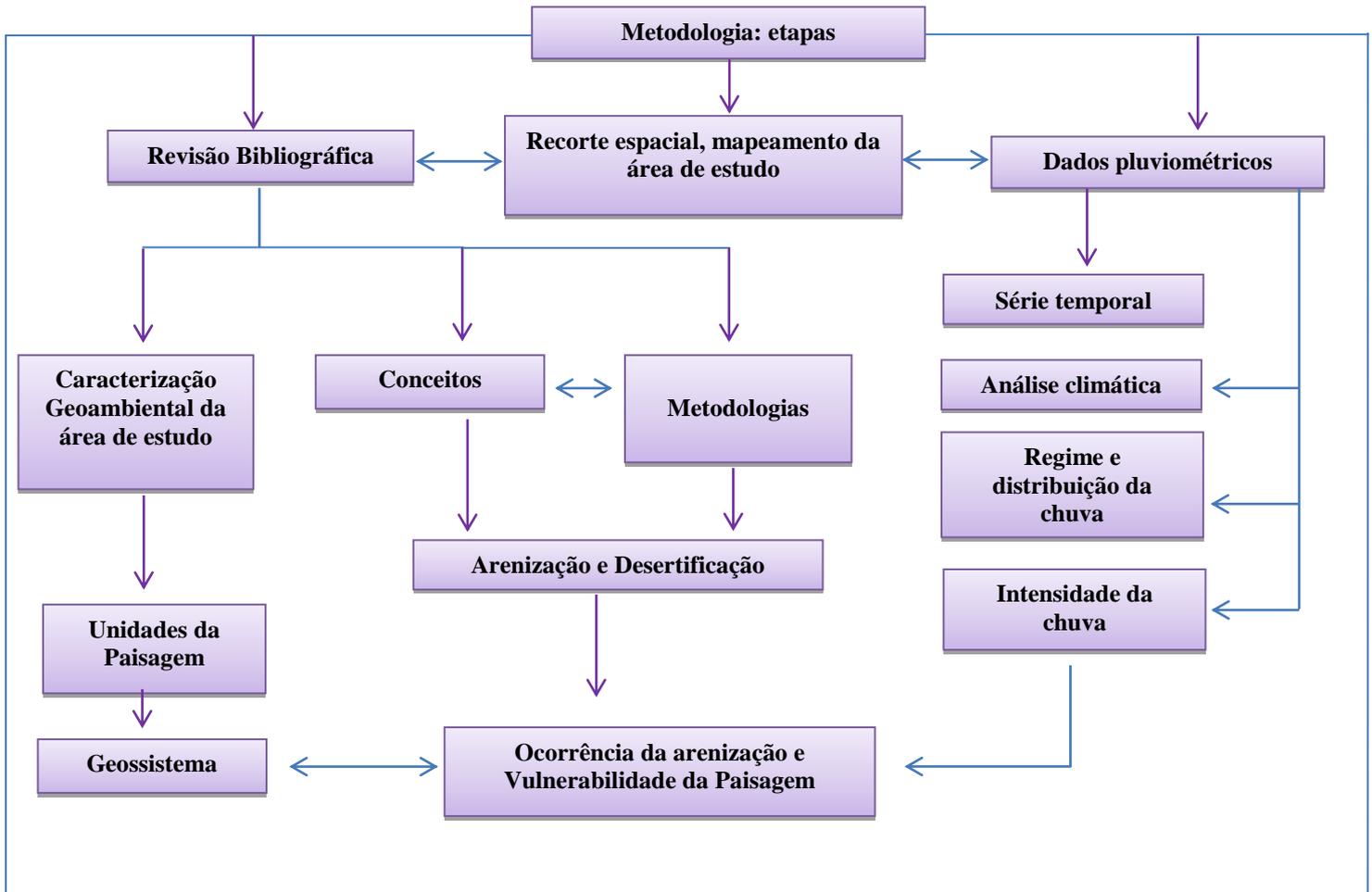
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Os procedimentos e mecanismos que foram utilizados durante o desenvolvimento da pesquisa que corresponderam aos seguintes fundamentos operacionais adotados em diferentes etapas, descritos a seguir.

2.1.2 Procedimentos metodológicos

A metodologia desta dissertação almeja analisar o clima como componente da paisagem a partir da conexão de elementos naturais, em interação dinâmica, no tempo e no espaço. O fluxograma (Figura 13), a seguir, inspira-se na proposta de análise integrada da paisagem que de forma esquemática expressa as etapas do desenvolvimento da pesquisa, bem como as articulações que se colocam de forma detalhada como se organizou e elaborou o trabalho.

Figura 13 – Fluxograma que indica o processo de desenvolvimento da dissertação



Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Etapa I – Revisão Bibliográfica

Fase fundamental para a aquisição de bases teórico-metodológicas da pesquisa, no qual, destinou-se abordar as questões climáticas relacionadas à degradação ambiental, em especial a arenização, como finalidade de elucidar a amplitude conceitual e metodológica, a compreensão do processo por meio do reconhecimento dos condicionantes naturais.

Nesta etapa foram apresentados também temas pertinentes à desertificação, em virtude de a área de estudo ser oficialmente considerada pela literatura e Ministério do Meio Ambiente como “núcleo de desertificação”. Na leitura dos trabalhos foram identificados e registrados os seguintes aspectos que estão representados no quadro 10.

Quadro 10 – Aspectos verificados na literatura

Conceitos	Método	Caracterização da área de estudo	Clima e processos erosivos
Desertificação e Arenização	Enfoque Geossistêmico	Resgate histórico, reconhecimento dos aspectos goambientais, dinâmica da ocupação do solo	Vulnerabilidade da paisagem aos eventos pluviais

Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Vale ressaltar que grande parte do referencial empregado na pesquisa foi discutido por autores do Rio Grande do Sul, em virtude das pesquisas sobre “Arenização” serem desenvolvidas por pesquisadores desse estado. Portanto, são trabalhos fundamentais para a discussão conceitual e metodológica para a construção dos caminhos trilhados da pesquisa (método).

Etapa II – Recorte espacial

Para o início desta etapa de elaboração cartográfica, foi escolhido como recorte espacial a unidade territorial do município de Gilbués-PI, porém o foco e aplicação do estudo da arenização está delimitado na “área teste” situada na porção centro-sul do município. A escolha dessa área foi suficiente para verificar e reconhecer na paisagem os elevados níveis de degradação ambiental que inclusive ocorre especificamente nesta “área teste” do município.

Etapa III – Compilação de mapas temáticos

Os mapas temáticos foram elaborados com base em dados secundários de informações georreferenciados e utilização de ferramentas como o Sistema de informações Geográficas (SIG). A grande vantagem dessa tecnologia é permitir integrar, numa única base de dados, produtos provenientes das mais diversas fontes em escalas diferenciadas adequado à abordagem holística que se pretende para a investigação do ambiente.

A compilação de mapas temáticos armazenados no SIG teve por finalidade gerar mapas analíticos, como os referentes à caracterização geoambiental e aqueles relativos à dinâmica da ocupação (cobertura e uso) do solo. Assim, para o desenvolvimento da pesquisa, foram elaborados os seguintes mapas temáticos que estão exemplificados no quadro 11:

Quadro 11 – Compilação de mapas temáticos

Mapas temáticos	Bases de dados	Procedimentos
Localização	IBGE	Foram gerados a partir da base cartográfica do IBGE, em seguida foi recortada conforme o limite municipal de Gilbués
Delimitação da área foco da pesquisa – centro-sul do município de Gilbués	IBGE e INPE (Land Sat 5)	Gerados a partir da base cartográfica do IBGE e dados obtidos pelo Sistema Nacional de Dados Ambientais
Geologia - Formação Areado	Mapa de Geodiversidade do CPRM	Adquiridos do banco de dados do serviço geológico brasileiro, ressaltando no contexto regional apenas a formação geológico Areado que apenas no sudoeste piauiense.
Solos	IBGE e EMBRAPA	Base cartográfica elaborada conforme dados de solos do IBGE 2007, inserida no SIG, conforme as classes propostas pelo EMBRAPA, utilizando também procedimentos e Software diferenciados.
Topografia	IBGE	Foram utilizadas as imagens do Projeto Topodata, que são de uma refinação das imagens SRTM com resolução de 90 metros para 30 metros. Das imagens foram extraídos dados de altitude, declividade e relevo sombreado das imagens de órbita 09S465 e 09S45_, que foram mosaicadas e recortadas para a área de estudo.
Sistemas atmosféricos atuantes no Brasil	Nimer (1979)	Base cartográfica elaborada conforme dados de solos do IBGE 2007, foi utilizado o SIG, conforme os dados obtidos no manual de climatologia do IBGE (1979).
Cobertura e uso do solo	Classificação digital da imagem Landsat 5	Foram gerados a partir de imagens adquiridas do satélite Landsat 5, sensor TM, de órbita ponto 220/060 e 220/067, de 29 de setembro de 1987 e 19 de setembro de 2009 – considerando a disponibilidade de imagens com boa qualidade (sem cobertura de nuvens).
Mapa dos Focos de Calor	Sistema Queimadas do INPE “focos de calor de 1992 a 1998” do satélite NOAA e de 2010 a 2012 de todos os satélites	Foram compilados por meio da série temporal disponível para download enquanto que o segundo período foi compilado em formato vetorial no Sistema de Informações Geográficas do Programa Queimadas do INPE. Ressalta-se que para esse segundo período o SIG permite a compilação de dados dos últimos 370 dias, portanto foram adquiridos dados de agosto de 2010 a julho de 2012.

Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

A elaboração deste material cartográfico foi relevante para analisar a distribuição dos aspectos geoambientais apresentados no capítulo 4. Vale destacar que a definição desta etapa da pesquisa teve, desde o princípio, a preocupação de apresentar e oferecer a população de Gilbués produtos cartográficos úteis na tarefa de conhecer o município em seus aspectos geoambientais e socioeconômicos, permitindo-lhes aplicá-los nas atividades de planejamento,

no ensino e na pesquisa e apresentar um material bibliográfico com informações apropriadas para subsidiar futuras pesquisas na região.

Etapa IV - Coleta, análise e organização dos dados pluviométricos

Para os profissionais dedicados às pesquisas relacionadas ao clima em nosso país, são muitas as dificuldades a superar em relação à aquisição e à utilização dos dados primários que atendam as necessidades de trabalhos com propósitos específicos, como os de análise do clima local ou regional, dados diários, mensais e anuais, particularmente no sudoeste piauiense que apresenta baixa densidade de postos pluviométricos e o número excessivo de falhas nas estações.

No caso específico desta pesquisa, a maior dificuldade encontrada relacionou-se à baixa densidade de postos pluviométricos e o número excessivo de falhas nas estações dificultando a obtenção e tabulação dos dados. Os dados de precipitação da série-temporal ininterruptos no período de 1963-1999 (36 anos) foram obtidos por meio de seis estações Hidroclimáticas da Superintendência do desenvolvimento do Nordeste – SUDENE (Quadro 12). A estação Gilbués, foi indicada como “principal/sede”, devido à sua proximidade com as áreas de ocorrência do processo de degradação ambiental.

Quadro 12 – Coordenadas Geográficas das estações hidroclimáticas

Localidade/estação	Latitude Sul	Longitude Oeste	Altitude	Município	% Falhas
1. Gilbués	9° 50'	45° 21'	500 m	Gilbués	45,4
2. Fazenda Bela Vista	9° 42'	45° 23'	520 m	Gilbués	25
3. Boqueirão dos Felipes	9° 45'	45° 40'	580 m	Gilbués	27,7
4. Fazenda Melancia	9° 10'	45° 15'	380 m	Gilbués	36,6
5. Fazenda Galheiro	10° 03'	45° 22'	630 m	Gilbués	43,7
6. Fazenda Santa Maria	9° 13'	45° 16'	370 m	Gilbués	66,6

Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Por causa das falhas apresentadas na estação de Gilbués, os dados pluviométricos foram obtidos por meio das estações vizinhas (Fazenda Boa Vista, Boqueirão dos Felipes, Fazenda Melancia, Fazenda Galheiro, Fazenda Santa Maria) localizadas próximas à sede municipal da área de estudo. Devido os dados obtidos apresentarem diversas falhas (Quadro 13), foi necessário utilizar o processo de preenchimento de falhas das estações por meio do método de interpolação a partir das estações mais próximas a Gilbués que apresentam registros completos. Ainda assim, cabe ressaltar a precariedade dos dados do ponto de vista

espacial. Contudo, determinados postos pluviométricos apresentaram boa disponibilidade dos dados durante os anos, meses e dias analisados.

Quadro 13 – Qualidade e abrangência dos dados de chuva na área de estudo no período 1963-1999

Ano	Gilbués	Bela Vista	Boqueirão	Melancia	Galheiro	St. Maria
1963						
1964						
1965						
1966						
1967						
1968						
1969						
1970						
1971						
1972						
1973				SD		
1974				SD		
1975				SD		
1976				SD		
1977				SD		
1978				SD		
1979				SD		
1980					SD	
1981				SD	SD	
1982				SD	SD	
1983				SD	SD	
1984				SD	SD	
1985				SD	SD	SD
1986	SD			SD	SD	SD
1987	SD			SD	SD	SD
1988	SD			SD	SD	SD
1989	SD			SD	SD	SD
1990	SD			SD	SD	SD
1991	SD			SD	SD	SD
1992	SD			SD	SD	SD
1993	SD			SD	SD	SD
1994	SD			SD	SD	SD
1995	SD			SD	SD	SD
1996	SD			SD	SD	SD
1997	SD			SD	SD	SD
1998	SD			SD	SD	SD
1999	SD			SD	SD	SD

Legenda



Dados completos



Dados com falhas

SD - Sem dados

A estação da Fazenda Bela Vista e Boqueirão dos Felipes apresentaram a melhor disponibilidade e obtenção dos dados pluviométricos durante todo o período analisado, sendo a estação no qual se utilizou a técnica de interpolação para preencher as falhas da estação principal buscando-se, assim, uma maior aproximação da realidade, pelo fato de estar localizada próxima a estação principal. As outras estações hidroclimatológicas da SUDENE (Gilbués, Melancia, Galheiro, Santa Maria) paralisaram as operações após 1986, isso dificultou a tabulação para realizar o preenchimento de falhas em determinados períodos na área de estudo.

Etapa V - Cotejamento dos dados e elaboração dos pluviogramas

A partir da organização e tabulação dos dados pluviométricos, foi possível desenvolver e elaborar gráficos no Software Microsoft Office Excel para toda a série temporal investigada (1989-1999). Desta forma, foi possível, visualizar o regime pluviométrico por meio de Pluviogramas, que consiste numa representação cartográfica que mostram a variação porcentual das precipitações mensais/diárias em relação à precipitação total de cada ano/mês, indicando o mês mais seco e o mês mais úmido e revelando, por meio de um histograma, os totais pluviométricos anuais e sua espacialização no período estudado.

Os pluviogramas obtidos foram muito úteis, pois auxiliaram na definição dos anos secos, chuvosos e habituais. Para cada um dos 91 pluviogramas foram feitas análises interpretativas, comparativas e quantitativas (Quadro 14) que permitiu o reconhecimento da distribuição da precipitação mensal e diária, bem como a identificação dos períodos de seca e de chuva, alguns episódios de caráter excepcional como, por exemplo, a ausência de chuvas num período em que são frequentes, ou a presença delas em período habitualmente castigado pela estiagem, além de verificar a dinâmica e o comportamento pluviométrico.

Quadro 14 – Questões verificadas durante a análise pluviométrica

Intensidade da chuva	Período seco	Chuvas de primavera	Período chuvoso	Chuvas
Quando está ocorrendo às chuvas de maior intensidade?	Quais foram os anos mais secos? Quais foram os meses mais secos?	Identificação dos períodos intensos de chuva após a estiagem	Quais foram os anos mais chuvosos? Quais foram os meses mais chuvosos?	Qual a dinâmica da chuva no aspecto do regime e ritmo pluviométrico mensal e diário?

Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Ao término da análise foram enfatizados nesse período por meio de quadros-síntese os eventos pluviométricos intensos e excepcionais (ênfase da pesquisa), o habitual e o seco que demonstram o comportamento e a variabilidade climática da área de estudo, além de destacar os meses que oferecem maior risco para a paisagem (Índice de vulnerabilidade – CREPANI et. al. 2004), considerando a intensidade pluviométrica mensal, que contribuiu para a sistematização dos resultados da pesquisa. Nesta etapa, no quadro-síntese foram utilizadas as seguintes legendas/tonalidades para destacar os anos com período seco, habitual e chuvoso:

	Ano seco
	Ano Habitual
	Ano Chuvoso

Para o calendário de risco climático que considera a intensidade pluviométrica mensal foram adotadas as seguintes classes de vulnerabilidade:

	Vulnerabilidade baixa – < 50 – 200 mm/mês
	Vulnerabilidade estável - 200 – 375 mm/mês
	Vulnerabilidade elevada - 375 mm - > 525 mm/mês

Nesta pesquisa a vulnerabilidade da paisagem é apresentada de acordo com o conjunto de fatores ambientais que diante de condições pluviométricas excepcionais, poderá sofrer adversidades e afetar, de forma essencial ou parcial, a estabilidade ecológica da área de estudo. Para esse parâmetro de classificação foi utilizada a seguinte tipologia:

- a) vulnerabilidade baixa: apresenta estabilidade para a paisagem em função da baixa quantidade pluviométrica mensal;
- b) vulnerabilidade estável: a dinâmica atual da paisagem é marcada pelo predomínio de processos superficiais estabilizados;
- c) vulnerabilidade elevada: em função da quantidade pluviométrica elevada, essa tipologia apresenta uma intensa atividade e dinâmica superficial que potencializa os processos erosivos com nítidas evidências de deterioração ambiental e impactos na paisagem, além de comprometer a capacidade produtiva dos recursos naturais (terras).

Além de determinar as classes e tipologias de vulnerabilidade, a obtenção dos dados pluviométricos também permitiu elaborar:

- a) Quadro-síntese que enfatiza os anos secos, habituais e chuvosos;
- b) Calendário de risco climático que demonstra os períodos de maior vulnerabilidade para a paisagem, considerando os eventos pluviais intensos e os episódios de chuva excepcionais na chamada transição climática.

Desta forma, acredita-se que a construção desta análise climática implicará no desenvolvimento de um material bibliográfico que possa ser subsídio para futuros trabalhos na região, pois ainda existe uma lacuna e ausência de enfoques considerando o clima, sobretudo a influência da chuva na modificação das características da paisagem.

Etapa VI – Organização do trabalho de campo e registros fotográficos

O primeiro trabalho de campo realizado na área de estudo foi feito em janeiro de 2012, ocasião em que se analisou a enorme diversidade das paisagens naturais e seus aspectos geoambientais, bem como os processos que atuam na configuração da paisagem no sudoeste piauiense, como as ravinas, as voçorocas, a arenização, o desmoronamento de encostas e o assoreamento da drenagem.

Posteriormente outros trabalhos de campo foram concretizados durante o curso de mestrado, sendo realizados durante o período chuvoso e o seco, buscando verificar os seguintes aspectos na área de estudo:

- a) Análise empírica da paisagem, onde se confirmou as informações obtidas durante o levantamento e do material bibliográfico (caracterização da área de estudo);
- b) Reconhecimento das unidades geoambientais, como as formas de relevo (vertentes longas), a vegetação do ponto de vista da densidade e os tipos mais predominantes, os tipos e características do solo e rede de drenagem;
- c) Os registros fotográficos dos elementos elencados anteriormente; permitiram identificar os tipos de degradação ambiental, existentes em Gilbués, assim como os tipos de erosão, assoreamento na drenagem, solos expostos, relevos desestruturados.
- d) Indicar a ocorrência da arenização por meio da análise empírica da paisagem cruzando com imagens de satélite;
- e) Realização de conversas informais/entrevistas para verificar o conhecimento prévio da população sobre as chuvas na região e também questões relacionadas ao processo de degradação ambiental em Gilbués;

Contudo, foi essencial organizar e realizar o campo em duas épocas distintas do ano. Assim, um foi realizado durante a estação chuvosa e outro no período seco, almejando comparar o comportamento da paisagem de acordo como sua dimensão fisionômica e processual do espaço geográfico, perante as condições climáticas.

Foi constatado no trabalho de campo que o processo de arenização em Gilbués está associado a processos de escoamento superficial hídrico que durante o período chuvoso retrabalham e potencializam os sedimentos próximas/no entorno de chapadas e morros. No último capítulo será abordado de forma aprofundada e detalhada esses aspectos de suscetibilidade, considerando o relevo e solo como agentes passivos e o clima como condicionante ativo.

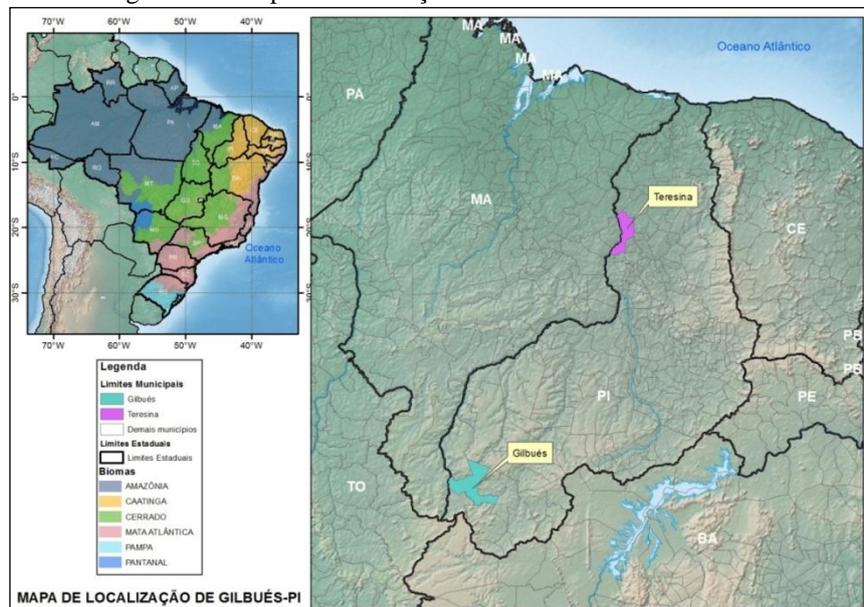
CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL E A DINÂMICA DA OCUPAÇÃO DO SOLO DE GILBUÉS-PI

3.1 Localização

A área de estudo localiza-se em Gilbués, município situado no sudoeste do Estado do Piauí. O território municipal faz parte da Microrregião do Alto Médio Gurguéia, situado entre as coordenadas geográficas 09°49'54" ao Sul do Equador e 45°20'38" Oeste de Greenwich.

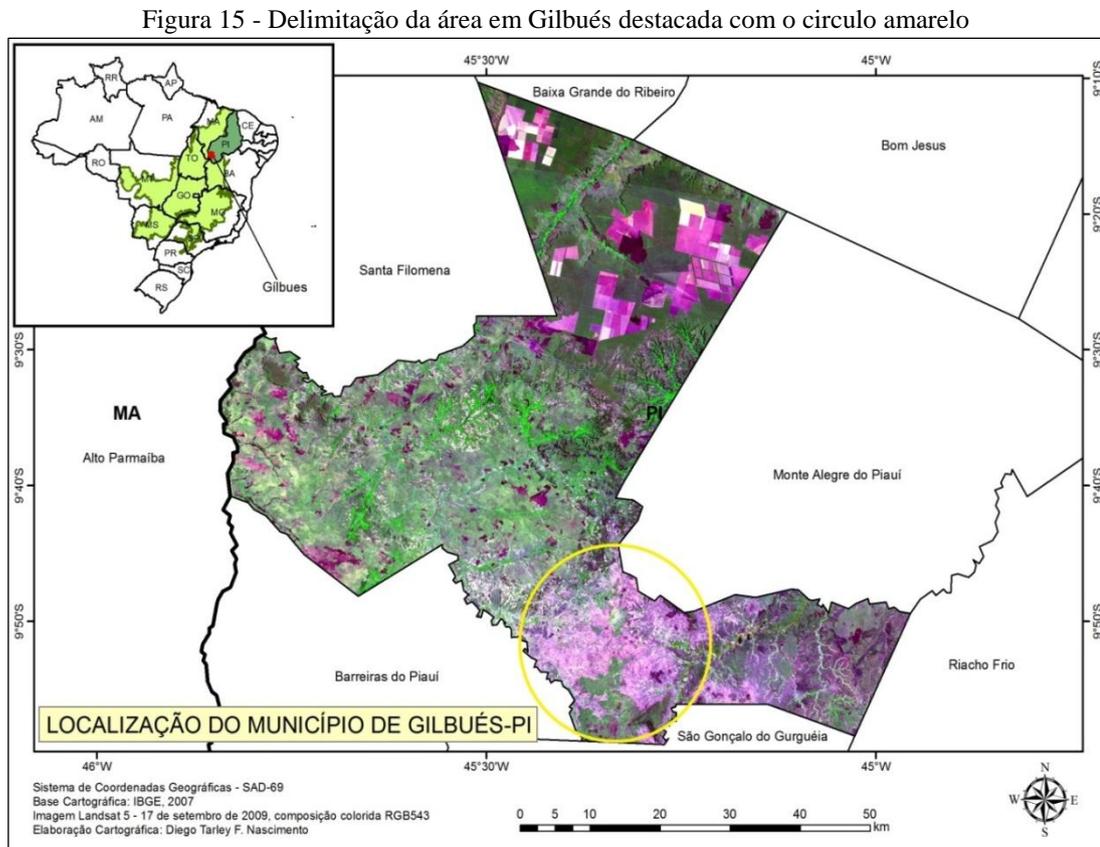
O sítio urbano foi fundado em 1938 e, segundo o Censo 2010 do IBGE, tem uma população total de 10.402 habitantes. A área de unidade territorial compreende um total de 3.495,18 km², o que resulta numa densidade demográfica de 2,94 habitantes por km². A sede municipal encontra-se a 742 km da capital Teresina (Figura 14). A principal via de acesso ao município é a Rodovia Federal BR-135.

Figura 14 – Mapa de localização da área de estudo - Gilbués-Piauí



O município de Gilbués tem limites municipais ao norte com Baixa Grande do Ribeiro, Bom Jesus e Santa Filomena, ao sul Barreiras do Piauí e São Gonçalo do Gurguéia, a leste Monte Alegre do Piauí e Riacho Frio, e a oeste Alto Parnaíba no estado do Maranhão. Especificamente, o recorte espacial da área de estudo está delimitado e focalizado na porção

sul de Gilbués destacada na figura 15 com um círculo amarelo, onde a arenização é mais intensa neste setor em termos de magnitude.



Organização: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

A escolha dessa área foi realizada em função dos elevados níveis de degradação dos solos e a concentração de superfícies arenosas próximas a rampas no entorno de morros e serras, decorrente de diversos fatores/causas geoambientais que serão abordados no decorrer da pesquisa.

3.2 Aspectos Geológicos

A região fisiográfica de Gilbués está inserida em duas províncias/idades geológicas. A primeira localiza-se na Bacia Intracratônica do Parnaíba, também conhecida como Bacia do Meio-Norte e a segunda está representada pela Bacia do São Francisco.

De acordo com Campos e Dardenne (1997) as coberturas fanerozóicas da Bacia Sanfranciscana se estendem na forma de uma faixa estreita e longa com extensão de cerca de 1.100 km, de direção norte-sul, desde o sul do Estado de Minas Gerais até o sul do Estado do Piauí.

Ainda em relação à Geologia regional, Sales (2003, p. 118) afirma que:

a Bacia Sedimentar do Parnaíba caracteriza-se por uma estrutura pouca afetada por eventos tectônicos e está instalada em posição intracratônica, possui sedimentos de origem marinha, litorânea e continental, depositada em camadas quase horizontais, posteriormente afetada por eventos epirogenéticos com subsidência no centro e soerguimento das bordas.

Conforme enfatiza Souza et. al (2010, p. 57-58) dentre as bacias intracratônicas brasileiras do ponto de vista micropaleontológico, a Bacia do Parnaíba, é a menos estudada, embora ocupe vasta área (600 mil km²), com espessos depósitos sedimentares que testemunham distintos eventos geológicos vinculados à evolução da porção norte do Gondwana Ocidental.

A seção geológica regional de Gilbués é representada por formações litológicas, cujas idades vão do Paleozóico inferior ao Mesozóico Superior. Os terrenos Paleozoicos estão assentados na Bacia Sedimentar do Parnaíba concebidos pelas formações Sambaíba, Pedra de Fogo, Piauí e Poti e os Mesozoicos na Bacia do São Francisco são representados pelas formações geológicas Areado e Urucuia (Quadro 15).

Quadro 15 – Unidades Litoestratigráficas da área de estudo

Era	Período	Idade (milhões de anos)	Grupo	Formação
Mesozóico	Cretáceo Triássico	65 a 135	Balsas	Areado Urucuia
Paleozóico	Permiano Pensilvaniano Carbonífero	270 a 350	Balsas Canindé	Sambaíba Pedra de Fogo Piauí Poti

Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: CRPM, 2004

Segundo Sales (2003) as características geológicas regionais de Gilbués, destacam-se por apresentar litologias extremamente vulneráveis à erosão, representadas basicamente por siltitos, arenitos, argilitos, calcário e conglomerados distintos pertencentes às Formações Poti, Piauí, Areado, Pedra de Fogo, Sambaíba e Urucuia. As características litológicas da área de estudo estão simuladas detalhadamente no quadro 16.

Quadro 16 – Características litológicas das formações

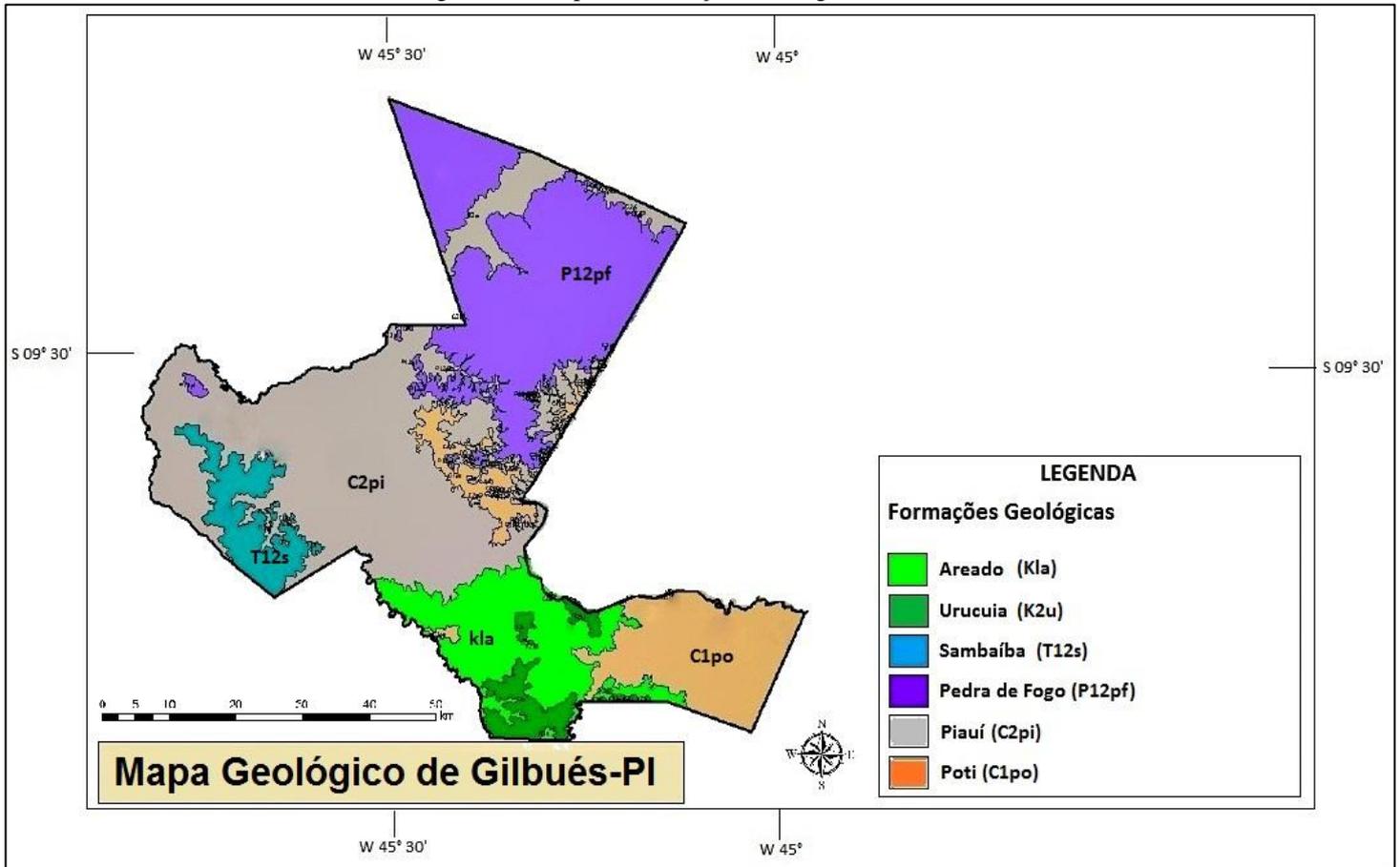
Formação	Características litológicas e localização	Ambiente Depositional
Areado	Formação composta de Conglomerados na base, passando a arenitos médios a grosseiros e silicitos. Ocupa todo o centro-sul do Município de Gilbués, bordejando a Formação Urucuia. Pertence à Bacia Sedimentar Sanfranciscana, de idade cretácea e afloram apenas no sul do Piauí, estendendo-se sob a Chapada das Mangabeiras.	Fluvial, deltaico, lacustre e eólico, em clima desértico a semiárido.
Urucuia	Arenitos finos a grossos e conglomerados. Aflora no extremo sul do município de Gilbués. Pertence à Bacia Sedimentar Sanfranciscana, de idade cretácea e afloram apenas no sul do Piauí, estendendo-se sob a Chapada das Mangabeiras, Nordeste/oeste do estado de Tocantins e noroeste da Bahia.	Fluvial com contribuição eólica.
Sambaíba	Arenitos róseos e amarelados, principalmente finos a médios, bem selecionados. Frequentemente mostram-se silicificados no topo, pela ocorrência de derrames basálticos sobrepostos, tornando-os resistentes à erosão, formando mesetas e chapadões em destaque topográfico. Abrangência dessa formação ocorre (uma mancha) a oeste da região de Gilbués.	Desértico, dunas eólicas.
Pedra de Fogo	Constituída de arenitos finos a médios, amarelados, folhelhos cinzentos, calcários e anidritas. Caracteriza-se pela abundância de nódulos e camadas de sílex, além de troncos silicificados (petrificados). Apresenta-se sob a forma de extensas chapadas e mesetas isoladas, devido ao caráter resistente à erosão propiciado pelos contínuos níveis de sílex que formam a parte superior dos platôs. Ocupa toda a área norte da região de Gilbués.	Marinho raso a litorâneo, em condições Semiáridas a Áridas.
Piauí	Arenitos cinza-esbranquiçados, finos a médios, eventualmente conglomeráticos, com intercalações de siltitos, folhelhos e calcários. Caracterizam-se como extensos chapadões de topos planos e escarpas festonadas, modelados nos arenitos. Ocupa a maior parte da região centro-oeste do município de Gilbués.	Continental fluvial e litorâneo em clima semiárido a desértico com intercalações marinhas
Poti	Formada por arenitos finos a médios, cinzas, róseos ou esbranquiçados, friáveis, com estratificação cruzada tabular. Intercalam-se com siltitos laminados, de coloração creme-amarelada a avermelhada. Ocupa a parte leste/sudeste da região de Gilbués.	Deltaico e litorâneo

Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: LIMA E LEITE (1978); CREPANI et. al. (2008)

Conforme o mapa Geológico de Gilbués (Figura 16) foi possível reconhecer em escala mais apropriada (regional) as formações litológicas existentes na área de estudo e também identificar os setores de ocorrência de cada classe (formação).

Figura 16 – Mapa de Formações Geológicas – Gilbués-PI



Fonte: CREPANI et. al. 2008

Em escala regional a formação Piauí e Pedra de Fogo são as litologias predominantes e ocupam grande parte da porção centro oeste e norte de Gilbués. Para Lima e Leite (1978), a unidade geológica (formação) Piauí corresponderia a ambientes fluviais, com contribuição eólica e breves incursões marinhas, num clima semiárido a desértico. Na sequência, a formação Poti e Areado, ocupam a porção sul região de Gilbués, as formações litológicas Urucuia (sul) e Sambaíba (oeste) são unidades de menor representatividade no mapa.

Estudos desenvolvidos por Sgarbi (1991) indicam condições paleoclimáticas áridas e semiáridas do Cretáceo Inferior para os primórdios da deposição/sedimentação da Formação Areado. O autor afirma que durante o período Cretáceo as estruturas geológicas da formação Areado acumularam-se sedimentos fluviais preservados em pequenas depressões atectônicas (paleovales) escavadas em sedimentos paleozóicos.

Campos e Dardenne (1997, p. 4) fazem considerações litológicas específicas sobre a Formação Areado:

ambiente de sedimentação que devido a sua disposição tubular, apresenta superfície profundamente retalhada com seccionamento dos domínios de acumulação, que facilita o rápido retorno das águas a superfície como escoamento de base dos rios.

Conforme a caracterização litológica elaborada pelo CRPM (2004) a formação Areado situada no extremo sul do Piauí é composta de arenitos cretáceos, de colorações brancas a vermelhas, extremamente friáveis e de composição argílica, arenosa, cascalhos, porosos constituídos de quartzo, feldspato e caulinita, calcita e calcarenito oriundos das acumulações de paleoclimas secos do Mesozóico da bacia Sanfrasciscana.

3.3 Características dos Solos

O levantamento pedológico no contexto regional foi realizado inicialmente pelo Projeto Radam (1973) sendo um trabalho sistemático de reconhecimento dos tipos de solos e sua ocorrência no sul do estado do Piauí, inclusive na região de Gilbués. As informações sobre as classes de solos encontrados no RadamBrasil (1973) indicam a presença das seguintes classes de solos principais ou dominantes representadas no quadro 17, que ressalta as respectivas áreas de ocorrência dos grandes grupos de solos mapeados.

Quadro 17 – áreas de ocorrência das classes de Solos em Gilbupes-PI

Tipo de Solo (antiga classificação)	classificação atual	Ambiente de ocorrência
Latossolo Vermelho-Amarelo	Latossolo Amarelo	Domina sobre as chapadas ou platôs elevados, algumas vezes associado a Areias Quartzozas
Podzólico Vermelho-Amarelo	Argissolo Vermelho-Amarelo	Ocorre nas áreas mais dissecadas ou desnudadas dos pediplanos. Comumente associado aos Litólicos
Litólicos	Neossolo Litólico	Frequentes na parte montanhosa escarpada, assim como também nos pediplanos extremamente dissecados e desnudados
Areias Quartzozas	Neossolo Quartzarênicos Hidromórfico Hórtico	Ocorrem em áreas excessivamente drenadas frequente em relevo suave ondulado

Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: BRASIL, 1973

Informações sobre as características dos solos, os ambientes de ocorrência, a suscetibilidade aos processos erosivos e o usos/aptidão agrícola, estão apresentadas no quadro 18 que evidenciam importantes aspectos das classes de solos predominantes no município de Gilbués.

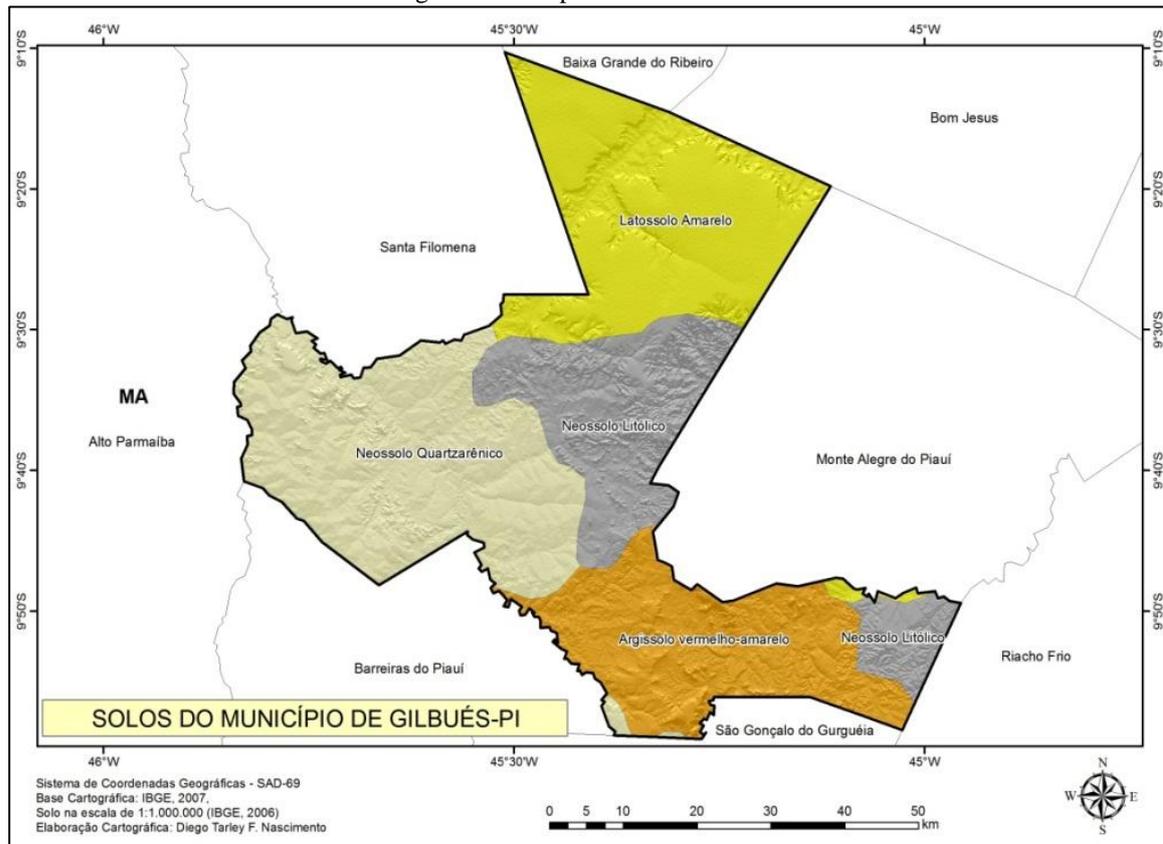
Quadro 18 – Características e usos dos solos dominantes em Gilbués

Latossolo Amarelo	Textura média, friáveis, baixa umidade, reduzida capacidade de retenção de água, porosos, pobres em matéria orgânica, associados com areias quartzosas, com profundidade variando localmente, boa drenagem, baixa fertilidade natural. Diferenciam-se entre si pela coloração e teores de óxido de ferro, apresentam suscetibilidade erosiva
Argissolo Vermelho-Amarelo	Conota solos com processo de acumulação de argila. Solos minerais bem evoluídos, com minerais pouco resistentes ao intemperismo, com textura que varia de arenosa a muito argilosa à medida que passa do horizonte A para o B. A profundidade varia de pouco profundos a profundos.
Neossolo Quartazarênico	Solos pouco desenvolvidos, com profundidades relativamente pequena e ausência de nível freático, com textura média (arenosa). Com aproximadamente 40 cm de espessura, possibilita baixa capacidade de armazenamento das águas pluviais, porém permite a concentração do escoamento e conseqüente desenvolvimento de ravinas. Ao mesmo tempo em que estes solos favorecem a infiltração das águas pluviais, por terem uma alta permeabilidade, apresentam alta erodibilidade, devido ao seu elevado teor de areia, sobretudo fina e sem ou com baixa presença de argilas e/ou matéria orgânica, importantes fatores de agregação dos solos, apresentando, portanto baixo grau de coesão o que favorece a remoção de suas partículas, sobretudo quando desprovidos de cobertura vegetal.
Neossolo Litólico	Solos pouco desenvolvidos, raso a muito rasos, com um horizonte A diretamente sobre a rocha ou sobre materiais da rocha em grau bastante avançado de intemperização; têm pouca utilização para a agricultura devido às limitações fortes a muito forte de água, sendo possíveis de utilização apenas pelos sistemas agrícolas primitivos (feijão e milho) com uso de implementos manuais. São muito suscetíveis à erosão, sobretudo nas áreas de relevo acidentado.

Fonte: EMBRAPA MEIO NORTE, 2009

A elaboração da base cartográfica conforme dados do IBGE (2007) permitiu constatar que os Latossolo Amarelo, Argissolo (Podzólico vermelho amarelo equivalente Eutrófico), Neossolo Quartazarênico (Areias Quartzosas) e os Solos Litólicos são os solos de maior ocorrência na região de Gilbués (Figura 17).

Figura 17 – Mapa de solos de Gilbués



Organização: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Em escala regional o Latossolo amarelo (Figuras 18) tem predomínio absoluto na porção norte do município de Gilbués-, assentados em terrenos da formação Pedra de Fogo, ocorrem principalmente nas chapadas/relevo tabular. Os Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos (Figura 19) ocorrem em áreas topograficamente mais rebaixadas próximos aos corpos hídricos, classe de solo situada na porção oeste de Gilbués, estão assentados na Formação Piauí.

De acordo com Crepani et. al. (2008) os Neossolos Quartzarênicos são solos de textura arenosa e por isso excessivamente drenados, pobres em nutrientes/matéria orgânica e muito profundos. Por conta das características dos Neossolos Quartzarênicos a agricultura e a pecuária são pouco praticadas em Gilbués. Algumas práticas agrícolas estão concentradas, principalmente nas várzeas de mananciais, porém estão sujeitos a encharcamento permanente.

Figuras 18 e 19 – Latossolo amarelo (A) e Neossolos Quartzarênicos (B) em Gilbués



Fonte: Fazendas Piauí, 2013

Na porção nordeste e leste (menor proporção) do município de Gilbués ocorre o Neossolo Litólicos, solos com pavimento pedregoso que não pode ser facilmente removido, localizados em terrenos escarpados. Os Argissolos Vermelho-Amarelo predominam na porção centro sul, em áreas dissecadas e relevo suave e ondulado onde a intensidade dos processos erosivos é bastante acentuada inserida sobretudo na Formação Areado e na Formação Urucuia, ocorrendo uma pequena distribuição na formação Poti (Figura 20).

Figura 20 – Argissolos Vermelho-Amarelo na porção centro-sul de Gilbués



Fonte: Juliana Ramalho Barros, 2011

Salomão (1999) ressalta que os Argissolos apresentam como principal característica um aumento de argila do horizonte superficial A para o subsuperficial B. Em relação à profundidade, são solos minerais bem evoluídos e variam de pouco profundos a

profundos. O autor ainda complementa que são bastante utilizados para a pastagem, consiste em minerais pouco resistentes ao intemperismo, profundamente drenados, mas devido ao contraste citado, são suscetíveis ao aparecimento de ravinas e voçorocas, principalmente quando sujeitos ao uso e ocupação inadequada.

Conforme estudos desenvolvidos sobre a relação precipitação e porosidades dos Argissolos, Prado (2004) enfatiza que o volume de microporos nos Argissolos é muito maior no horizonte B em relação ao horizonte A porque possui maior teor de argila. Assim, existe uma quebra de capilaridade exclusiva do Argissolo o que aumenta o tempo de água (acumulada) disponível no perfil B. Assim, a pluviosidade intensa em áreas com predomínio de Argissolos impossibilita a rápida infiltração/absorção da chuva devido à água permanecer acumulada (duração prolongada) no horizonte superficial B.

3.4 Evolução Regional do Relevo sul Piauiense

As formações geomorfológicas sempre foram elementos chave no entendimento e interpretação da evolução das paisagens brasileiras em seus diferentes momentos heterogêneos. O relevo, como um dos componentes do meio natural, apresenta uma diversidade enorme de morfologia que parecem ser estáticas, mas na realidade são dinâmicas e se manifestam ao longo do tempo e do espaço.

As informações geológicas em interface com as geomorfológicas encontradas no RadamBrasil (1973) destacam a ocorrência de eventos e processos geomorfológicos como o soerguimento topográfico e uma redução de sedimentos na Bacia do Piauí-Maranhão/Parnaíba. Para melhor detalhamento, essa constatação está afirmada da seguinte forma:

A própria natureza de reativação Wealdeniana e comprovações geológicas onde atuou, são indicações de que a Bacia do Parnaíba se levantou juntamente com as estruturas baikalianas (...), como consequência desse prosseguimento (evolução), os sedimentos da Bacia são encontrados fora de seus limites erosivos, mostrando que a partir de certo tempo geológico, os sedimentos da Bacia do Parnaíba se estendem por um espaço geográfico muito maior do que o atual (BRASIL, 1973, p. II-13).

Outra importante verificação referente ao desenvolvimento do relevo, organizada pelo RadamBrasil (1973) refere-se à mudança climática ocorrida no final do Cretáceo. No relatório apresenta que nesse período ocorreu uma alteração para um tipo de clima menos seco (mais úmido), capaz de comportar drenagens (intermitentes), porém insuficientes para iniciar a elaboração do relevo.

De acordo com Ab'Saber (1969), nesse período começaram a surgir os relevos (pediplano) sob controle climático, deixando em alguns lugares (possivelmente áreas rebaixadas) resíduos basais de sedimentos da Bacia do Parnaíba, e em outros lugares, topograficamente mais elevados, esses materiais sedimentares foram retirados sendo depositados em áreas subjacente.

Acerca da evolução do relevo regional, Sales (2003) citando AB'SABER tece de forma clara:

a idéia da existência de trechos do Nordeste elaborados pelo efeito de reaplainações e remodelações areolares, das superfícies pediplanadas mais extensas, discretamente embutidas, de idade recente, oriundas de retomada de erosão, “que culminaram pelo advento de novas fases de pedimentação muito localizadas e restritas”, parece se encaixar plenamente na explicação da gênese do relevo da área de estudo. (SALES, 2003, p. 118).

Ab'Saber (1972) afirma que os pediplanos sertanejos parecem ser consequência de velhas flutuações climáticas de maior espaçamento e duração, ao passo que os níveis embutidos, os compartimentos alveolares dissecados e terraceados, são todos meras expressões do modelado flutuante do Quaternário Regional.

No tocante ao quadro geomorfológico, no relatório do RadamBrasil (1973) faz a seguinte referência:

a cobertura de depósitos arenosos correspondem aos Pediplanos Pliocênico. Isto justifica que as formas tabulares da Bacia do Parnaíba tenham sido mapeadas como superfícies estruturais erosivas simultaneamente e não apenas como superfícies estruturais. A retomada da erosão por muitos rios removeu a cobertura arenosa do Pediplano e em alguns lugares ela permaneceu, dificultando uma delimitação correta entre Pediplano e as áreas embutidas (BRASIL, p. II-21, 1973).

Nesse contexto, Ab'Saber (1969) considera que esses depósitos se constitui importante elemento na definição do grau de fragilidade do terreno, sendo responsável pela compreensão histórica da sua evolução.

A finalidade desta súmula de informações sobre a evolução do relevo é enfatizar que no contexto regional, a área de estudo, em um determinado tempo geológico (Cretáceo) sobre estruturas de arenitos foi recoberta por extensas deposições de sedimentos, ocasionados parcialmente pela mudanças/oscilações climáticas, retomada de erosão e desnudação/soerguimento do relevo.

3.4.1 Contexto Geomorfológico da área de estudo

De acordo com Sales (1997) a primeira referência encontrada sobre a Geomorfologia do sul do Piauí foi realizada por Silva (1972) cujo objetivo foi de mapear as áreas de ocorrência dos garimpos de diamantes na região de Gilbués e conhecer o posicionamento estratigráfico.

Na descrição do relevo, Silva (1972) enfatiza as seguintes informações:

o modelado desenvolvido sobre a formação Areado domina interflúvios estreitos e desenvolvimento de micropedimentos, produzindo uma topografia do tipo “Badland”, apresenta um relevo bastante dissecado, onde patamares em degraus são formados devido a presença de níveis mais resistentes (SILVA, 1972, p. 19)

Posteriormente, o Projeto Radam (1973) aponta de forma detalhada os tipos de relevo predominantes no contexto regional (sul do Piauí) no qual, inclui o município de Gilbués:

a maior massa de relevo é representada por superfícies da Bacia do Parnaíba submetidas a processos erosivos mais amplos do tipo pedimentação, cujas bordas aparecem escarpas erosivas muito festonadas, eventualmente substituída por interpenetração de pediplanos (BRASIL, 1973, p.II-6).

De acordo com a descrição morfológica proposta pelo RadamBrasil (1973, p. I-7;8) regionalmente o município de Gilbués-PI está dividido em duas unidades morfológicas, cuja divisão está apresentada no quadro 19.

Quadro 19 – Unidades Morfológicas da área de estudo

Morfologia	Aspectos Ambientais
Planalto da Bacia Sedimentar Piauí/Maranhão	Possui estrutura predominantemente de arenitos, as escarpas apresentam variados tipos de dissecção. No bordo ocorrem morros-testemunhos. Os interflúvios são bem conservados e no Sopé das “cuestas” aparecem pedimentos com depósitos superficiais
Depressão Interplanáltica de Parnaíba	Vão transversal interplanáltico, modelada por rochas sedimentares, com topografia uniforme e relevos tabuliformes de cobertura arenosa.

Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

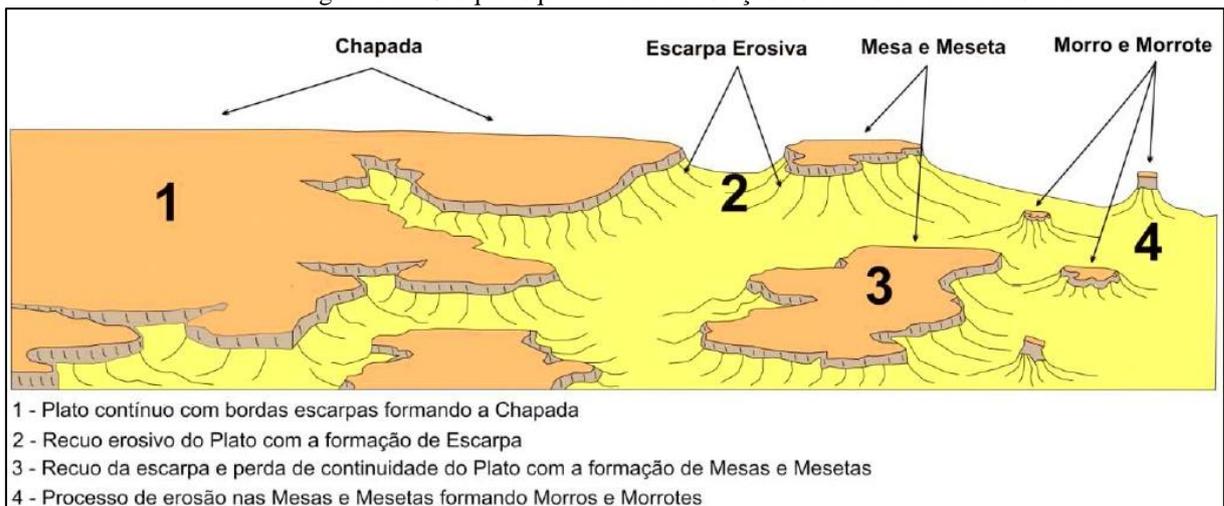
Fonte: RADAMBRASIL, 1973

Ab’Saber (1972) compreende o relevo do sul piauiense como uma unidade de blocos orográficos, representados pelos maciços antigos, chapadas e alinhamentos de cuevas situados em posição marginal em face do domínio principal dos pediplanos sertanejos, no

qual, estão incluídos os chapadões mesozóicos da bacia Sanfranciscana e paleozóicos do Parnaíba, situados no sudoeste do Piauí, próximo a zona fronteira da Bahia. Assim, justifica-se a importância dessa indicação e caracterização do relevo, pelo fato de que a área da pesquisa encontra-se nos níveis mais baixos dos chapadões mesozóicos e paleozóicos anteriormente mencionados.

No contexto regional, o relevo do sudoeste piauiense, envolve uma sequência de blocos orográficos que se caracterizam pelo predomínio de chapadões, feições residuais de morros, morrotes com topos planos e encostas escarpadas decorrentes da erosão regressiva e recuo das escarpas e também compartimentos dissecados (Figura 21). Essas unidades de relevo colaboram na definição dos contrastes e diversidades morfológicas regionais destacando por exemplo a Chapada das Mangabeiras, Serra do Uruçuí e Chapadões do Gurguéia, Serra da Mangaba, Serra de Santa Marta e Serra dos Patos.

Figura 21 – Croqui esquemático da evolução do relevo da área de estudo



Adaptado de HAMBLIM (1985)

Em nível de compartimentação regional do relevo sul piauiense, a região de Gilbués está inserida na área dos Chapadões do Alto-Médio Parnaíba. Os Chapadões configuram unidades de relevo tabuliformes (mesetas) de estrutura horizontal com bordas escarpadas e anfiteatros largos, penetradas por vales abertos e superfícies aplainadas (Figura 22).

Figura 22 – Relevo do tipo tabular no sul do Piauí



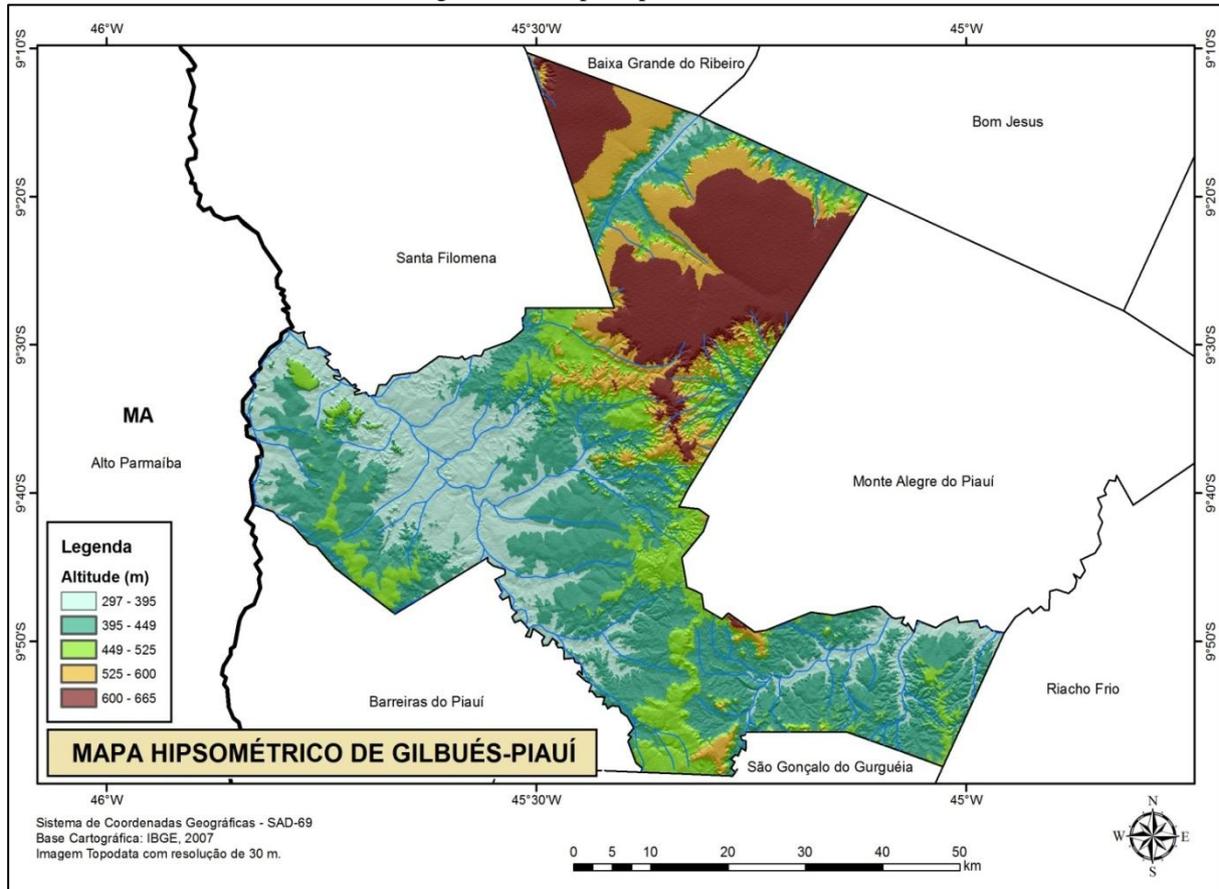
Fonte: Ivamauro Ailton de Sousa Silva, 2012

. Em nível de compartimentação regional, a região de Gilbués está inserida entre duas sequencias de Chapadões morfoestruturais que decrescem de sul para norte. Ao sul se tem o predomínio dos Chapadões do Alto-Médio Parnaíba com cotas altimétricas que atingem 800 metros (Chapada das Mangabeiras) na fronteira entre o Piauí e Bahia. Ao se distanciar desse bloco orográfico as cotas altimétricas diminuem e atingem 300 m, próximo aos vales dos rios Uruçuí-Preto e Gurguéia. Após esse compartimento rebaixado, as cotas altimétricas retornam a atingir patamares mais elevados, caracterizando outra sequencia topográfica individualizada pelos Chapadões do Uruçuí/Meio Norte com altitudes que atingem 600 a 665 metros.

Os compartimentos topográficos são observados no Mapa Hipsométrico (Figura 23) que destaca altimetria variando entre 297 a 665 metros de altitude, sendo compartimentada em cinco unidades (classes) altimétricas com formas de relevo bem distintas, sobre diversas formações litológicas.

O compartimento mais baixo apresenta amplitude altimétrica entre 297 a 395 metros, representa basicamente o fundo de vale dos rios Uruçuí Vermelho (porção oeste), Gurguéia (sudeste/leste) e seus afluentes e uma pequena proporção situada no setor norte no vale do rio Uruçuí-Preto.

Figura 23 – Mapa Hipsométrico de Gibués



Organização: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

O compartimento com altimetria entre 395 a 449 metros acompanham e margeiam os rios mencionados anteriormente e seus tributários, correspondem áreas levemente onduladas, com morfogênese acelerada e rampas dissecadas em ravinas e voçorocas (Figuras 24 e 25).

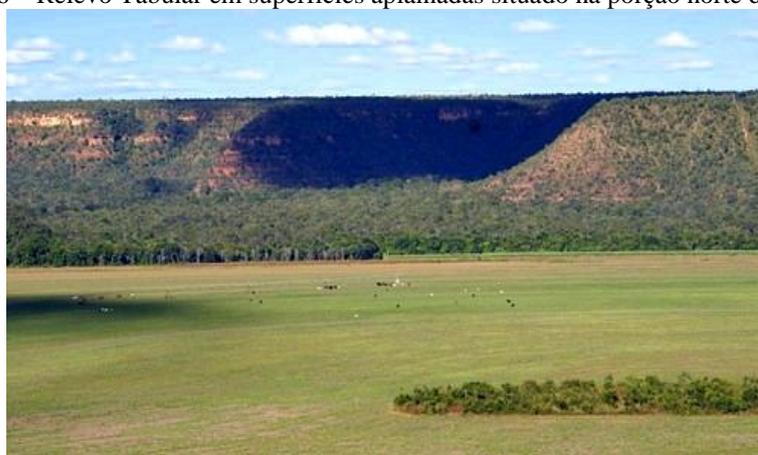
Figura 24 e 25 – Rampas dissecadas em ravinas e voçorocas (*Badland*) causando “cicatrizes” na paisagem



Fonte: Juliana Ramalho Barros, 2011; Brito Júnior, 2007

O terceiro compartimento topográfico entre 449 a 525 metros representam as áreas de relevo com feições de topo convexo. As altitudes com cotas entre 525 a 600 metros representa as superfícies de aplainamento (onduladas) em transição com as bordas dos chapadões, na forma de escarpas. Finalmente o compartilhamento altimétrico com cotas topográficas entre 600 a 665 metros constitui-se um relevo de estrutura tabular, que corresponde a Chapada do Uruçuí ou Meio Norte. Em nível topográfico, as unidades de maior altitude exibem aspecto residual e são individualizadas na forma de chapadas e mesetas adentrando em superfícies aplainadas ou cortadas por vales abertos (Figura 26).

Figura 26 – Relevo Tabular em superfícies aplainadas situado na porção norte de Gilbués



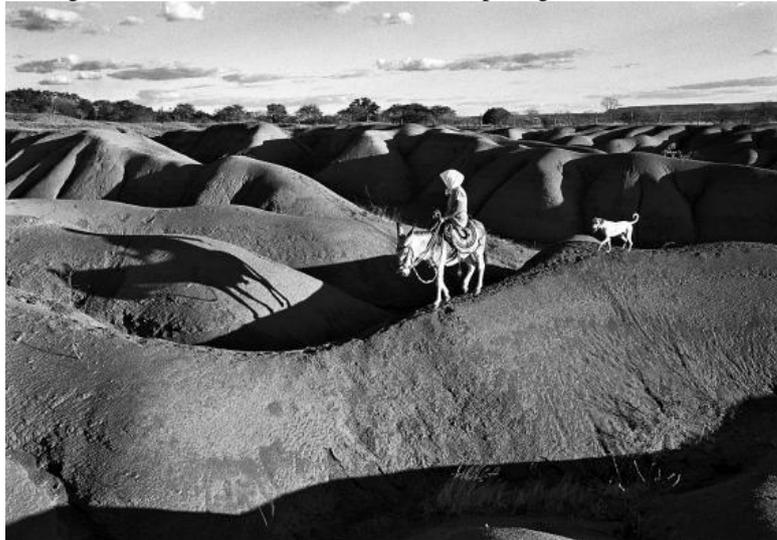
Fonte: Fazendas Piauí, 2013

Assim, pode-se constatar a importância da compartimentação do relevo em cotas altimétricas, pois oferece subsídios ao uso e ocupação/apropriação adequada do solo e também para o planejamento ambiental e territorial.

Além das superfícies tabulares predominam na região do município de Gilbués: superfícies de aplainamento (planas a levemente onduladas), colinas isoladas, morros testemunhos constituídos pela Formação Urucuia, relevos residuais com rebordos estruturais festonados, conjunto de altos planaltos, áreas topograficamente deprimidas com extensos pediplanos revestidos de cobertura arenosa, formações rochosas (ruiniformes), todas essas morfologias colaboram nos contrastes e diversidades geomorfológicas regionais.

Na descrição do relevo apresentada por Silva (1972), o autor enfatiza o desenvolvimento de uma topografia do tipo “badland”. Conceitualmente do ponto de vista analítico da paisagem, os *badlands* (Figura 27) são áreas extensamente erodidas pelo vento e água das chuvas. Esses fatores potencializam a perda de horizontes superficiais do solo, acarretam cicatrizes no relevo, desorganização da rede hidrográfica e também dificultam o surgimento da cobertura vegetal.

Figura 27 – Ocorrência de *Badland's* na paisagem de Gilbués



Fonte: Araquem Alcântara, 2012

Essa morfologia topográfica (*badland*) é facilmente reconhecível na paisagem da área pesquisada, sendo um tipo de relevo intitulado pela população local de “Malhadas”. Trata-se de uma área com ausência de cobertura vegetal representativa (densa), onde se tem apenas vegetação rasteira composta por gramíneas e herbáceas desenvolvidas de forma raquítica em superfícies planas/suaves à levemente onduladas (Figura 28).

Figura 28 – Malhadas em Gilbués



Fonte: Brito Junior, 2007

Estas áreas do ponto de vista hipsométrico correspondem às unidades com cotas superiores a 395 metros de altitude, apresentando uma configuração morfológica irregular. Atualmente, esses relictos da paisagem têm importante influência nos processos erosivos, determinando áreas mais frágeis, com ausência da cobertura vegetal, sendo sua morfogênese que induz os processos de arenização.

3.5 Rede hidrográfica

A região do município de Gilbués está inserida na Bacia Hidrográfica do Parnaíba, com sua nascente na Chapada das Mangabeiras, fronteira do Piauí com o estado do Tocantins. Esta Bacia é considerada parte integrante da Bacia Hidrográfica do Nordeste e é dividida em Alto Parnaíba, Médio Parnaíba e Baixo Parnaíba e abrange porções dos estados do Maranhão e Ceará. Especificamente a área de estudo se localiza na Bacia do Alto Parnaíba e tem como padrão de drenagem o dendrítico e o convergente.

No contexto regional, o município de Gilbués é banhado pelos altos cursos dos rios Parnaíba, Uruçuí Vermelho, Uruçuí Preto e Gurguéia, com drenagem relativamente densa e perene, além de outros corpos hídricos que devido à sazonalidade climática da região são de regime intermitente: riachos Boqueirão, Santa Maria, Cavalos, Urucuzal, Marmelada e Sucuruiú.

As características climáticas regionais (fortes chuvas) integradas com a topografia (rampas longas) potencializam o transporte de quantidade elevadas de sedimentos para as drenagens. Estas deposições sedimentares alteraram os cursos d'água, redefinindo os canais fluviais e gerando feições na paisagem denominadas meandros abandonados (Figura 29). Conseqüentemente os corpos hídricos estão sendo soterrados pelos solos erodidos e depósitos de sedimentos provocando o intenso processo de assoreamento na drenagem.

Figura 29 – Meandro Abandonado em Gilbués



Fonte: Ivamauro Ailton de Sousa Silva, 2012

Na literatura sobre arenização e bacias hidrográficas, Suertegaray et. al. (2012) afirmam que no sudoeste do Rio Grande do Sul o processo de arenização se associa aos fluxos hídricos, superficiais e subsuperficiais desencadeados em cabeceiras de drenagem. Esta dinâmica, segundo Suertegaray et. al. (Op. cit.), corresponderia a uma reativação de paleodrenagens que ao longo do tempo (pleistoceno e holoceno) foram soterradas/recobertas por sedimentos, devido as mudanças de climáticas e, hoje estão sob “clima úmido” sendo erodidas, neste caso por entalhamento das águas e também por processos estruturais relativos a neotectônica.

Assim, são necessários estudos mais detalhados e aprofundados em Gilbués sobre a dinâmica hídrica associada à rede de drenagem e reativação de paleodrenagens processos dinâmicos que contribuem para a gênese e ampliação do processo de arenização.

3.6 Cobertura vegetal: Cerrados, Campestres e Matas

O Cerrado é uma classe de vegetação predominantemente dos climas quentes úmidos, com duas estações bem definidas durante o ano, demarcadas por um período chuvoso (concentração de chuvas e aumento da umidade) e outro definido pela estiagem (ausência de chuvas e umidade relativa do ar baixa).

Esse tipo de fisionomia ecológica, segundo RadamBrasil (1973) é caracterizado, sobretudo por suas árvores tortuosas, de grandes folhas raramente decíduais, com solos profundos e alto teor de alumínio e são divididas em classificações distintas de fisionomia.

De acordo com Oliveira (2002) um mesmo tipo de vegetação pode ainda apresentar formas distintas (pela diferenciação fisionômica). No caso do cerrado, distinguem-se formas mais abertas e formas mais fechadas (mesmas espécies e condicionantes ambientais, mas fisionomicamente diferentes)

Conforme elucidada o autor:

o cerrado apresenta variações em sua fisionomia, que vão de formas florestadas (cerradão) até formações campestres (campo limpo, campo sujo). Os limites entre essas formas presentes no cerrado *lato sensu* não são muito definidos. A “região” do cerrado incorpora, ainda, outros tipos de vegetação, como a floresta-de-galeria, as veredas e os campos úmidos, entre outros (OLIVEIRA, 2002, p. 76).

Para Ab’Saber (2003) as bacias difusas do Alto Parnaíba, no qual, inclui a região do município de Gilbués, são caracterizadas pela predominância quase absoluta do domínio florístico da savana, também conhecido como domínio fitogeográfico do Cerrado. Sales

(2003) complementa que o sudoeste piauiense constitui-se numa área essencialmente de domínio dos cerrados, com 8,35 milhões de hectares ou 33,5% da área do estado.

Na região de Gilbués o cerrado apresentava, originalmente, desde as formas florestadas até as campestres. Conforme a caracterização desenvolvida por diversos autores (RADAMBRASIL, 1973; SALES, 1997; CREPANI, 2008; LIMA e FERNANDES, 2010, SILVA, 2011); que analisaram as diferenciações fisionômicas, elaborou-se o quadro 20 que descreve de maneira simplificada os tipos de fitofisionomias de Cerrado presentes em Gilbués.

Quadro 20 – Fitofisionomias de Cerrado da região de Gilbués

Fitofisionomia	Características	Ambiente de ocorrência
Cerradão	Predomínio do porte arbóreo mais alto, com a copa das árvores se tocando, fisionomia típica e característica de áreas areníticas lixiviadas com solos profundos em clima tropical eminentemente estacional	Fitofisionomia desenvolvida em áreas topograficamente mais elevadas, vegetação assentadas, sobretudo nos chapadões da porção norte de Gilbués.
Campo Sujo	Domínio de gramíneas com presença de arbustos e árvores anãs	Ocorre em relevo planos a levemente ondulados situados na porção centro-sul de Gilbués, são denominadas também de Malhadas, localizam-se nas áreas de solos mais degradados.
Stricto Sensu	Cobertura vegetal constituída por gramínea intercalada por arbustos tortuosos, bastante espaçados entre si, sobre denso tapete de vegetação rasteira,	Ocupam áreas topograficamente mais elevadas geograficamente situadas na porção noroeste e norte de Gilbués.
Mata Galeria	Corresponde à vegetação desenvolvida em áreas de influência direta da umidade proporcionada por fontes, rios, represas e outros corpos d'água	Sua ocorrência nas encostas dos vales, devido à maior fertilidade dos solos que nos topos planos, são fitofisionomias que protegem os cursos dos rios Uruçuí-Preto (norte) e Gurguéia (sudeste)
Campo Cerrado	Cobertura arbórea seja bem menor, com árvores pequenas bastante esparsas, espalhadas sobre um tapete gramíneo-lenhoso	Dominam parte da porção sudeste de Gilbués caracterizadas também de campestres onde pratica atividade agropastoril tradicionais.
Veredas	São marcantes a presença de palmeiras como o buriti e babaçu ladeados por campo gramíneo úmido	Frequentes nos fundos de vales, geralmente em cabeceiras de drenagem, onde o chão é permanentemente brejoso, ocorre principalmente na porção oeste e pequenas manchas ao sul de Gilbués.

Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Ao analisar a paisagem regional, nota-se que a atividade agropastoril, normalmente associada ao fogo anual, vem transformando extensas áreas de Cerradões e campos Cerrados em Campo Sujo, formando uma fisionomia campestre com gramíneas e lenhosas rasteiras, arbustos isolados ou reunidos em pequenos grupos. Atualmente, as variações fisionômicas apresentam-se bastante degradadas, sobretudo aquelas recobertas por vegetação rasteira (campo sujo) e as que estão sendo substituídas por pastagens cultivadas ou pela agricultura mecanizada nos patamares topográficos mais elevados (porção norte). Em regiões onde predominam a vegetação rasteira, desprovidas de folhas (gramíneas e herbáceas) são áreas onde a degradação dos solos é mais intensa. Por outro lado, em regiões onde há uma quantidade maior de vegetação o processo de erosão não é intenso, e possibilita a formação de “ilhas/manchas” de solos degradados em relevo dissecados, penetrados em áreas fitogeográfica de cerrado do tipo *Sensu Stricto* (Figura 30).

Figura 30 – Áreas de solos degradados em contato com a vegetação de cerrado



Fonte: Juliana Ramalho Barros, 2011

A finalidade deste epítome de informações sobre a cobertura vegetal de Gibués é de extrema relevância, uma vez que a área pesquisada tem fitofisionomias de cerrado do tipo campo sujo que possibilitam a gênese de processos erosivos e possivelmente avanço da arenização. A cobertura vegetal por ser constituída, sobretudo de vegetação rasteira, não oferece suporte para proteger o solo contra impactos da gota da chuva que são potencializados pelo escoamento hídrico, retrabalhando os sedimentos juntamente com a ação dos ventos, com repercussões imediatas no fluxo de terras para áreas mais baixas e intensa mobilidade de sedimentos.

3.7 Circulação Atmosférica: marcas da Tropicalidade subúmida

Para melhor compreensão sobre o clima da área de estudo, faz-se necessário tratar da circulação atmosférica, que nos permite entender as condições do tempo, em especial da distribuição dos totais das chuvas, pois sua ocorrência depende das condições de circulação atmosférica regional.

Os mecanismos atmosféricos (principalmente à circulação das massas de ar), de acordo com Nimer (1979), fazem com que a diversificação térmica regional se produz em função de fatores geográficos como o relevo, a latitude e a longitude (continentalidade).

O autor assegura que “todos os fatores climáticos estáticos, tais como o relevo, agem sobre o clima de determinada região em interação com os sistemas regionais de circulação atmosférica” (NIMER, 1979 p. 393). Isso demonstra a importância de conhecer os sistemas de circulação que atuam sobre uma região no decorrer do ano para compreender a dinâmica climática de determinada área.

Além disso, o estudo da circulação atmosférica apresenta uma melhor compreensão da dinâmica climática regional, considerando também os fatores geográficos do clima como a latitude, o relevo, a vegetação e os corpos hídricos que complementam a explicação dos diferentes padrões climáticos e até mesmo as diferenças locais entre um lugar e outro.

Desta maneira, os elementos e fatores climáticos constituem de primordial importância na caracterização pluviométrica e até mesmo compreender o comportamento dinâmico do clima da área de estudo, em virtude do seu caráter transicional.

Sales (2003) destaca com culminância os sistemas atmosféricos responsáveis pelas condições climáticas em Gilbués:

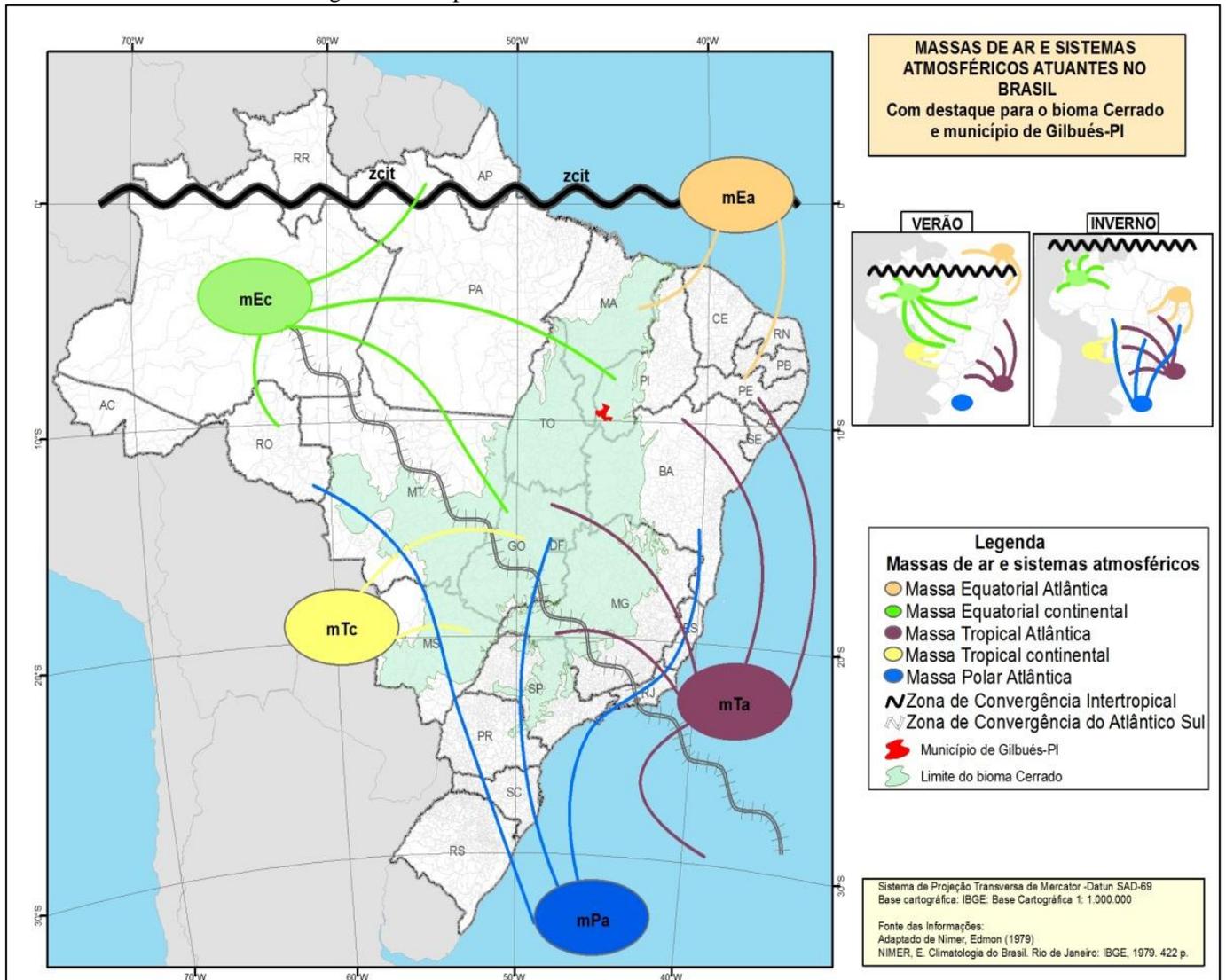
quanto ao quadro sinótico, os sistemas meteorológicos responsáveis pelas condições climáticas da área são as massas Ea, Ta, Ec, e a Zona de Convergência Intertropical. A massa equatorial atlântica (Ea) é formada pelos alísios de sudeste, sendo bastante restrita sua atuação na área. Já a massa tropical atlântica (Ta) tem também atuação restrita, e se diferencia da Ea por apresentar menor teor de umidade e maior grau de estabilidade (SALES, 2003, p. 123).

Para Diniz (1982) a atuação desses sistemas mencionados por Sales (2003) é fundamental para o ciclo das chuvas na região centro ocidental do nordeste, na qual se insere a área da pesquisa. O autor afirma que

nos anos normais, ditos bons, a ZCIT e Ec cobrem a maior parte do interior do Nordeste levando suas precipitações, convergentes e convectivas, que vão de outubro a maio, variando ligeiramente de acordo com a posição geográfica do lugar (...). Nos anos anormais, o anticiclone do atlântico, reforçado, imprime às massas tropical e equatorial suficiente energia para conter a expansão da massa Ec e impedir que a faixa da CIT atinja a costa setentrional do Nordeste. Este fica, praticamente, sob domínio da massa Tc, cujas características atrás citadas não favorecem chuvas suficientes. (DINIZ, 1982. p. 42).

Nesse sentido, os principais sistemas condicionantes da chuva na região são a massa equatorial continental (mEc) que forma-se a partir da grande área úmida da floresta amazônica, fator atmosférico responsável pela instabilidade convectiva característica dessa massa de ar que, juntamente com a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), zona de baixa pressão originada do encontro e ascensão dos alísios dos hemisférios norte e sul (Figura 31).

Figura 31 - Mapa dos sistemas atmosféricos atuantes no Brasil.



Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Em termos regionais, o clima da área em estudo se caracteriza por uma ampla diferenciação, revelada, principalmente, pela distribuição espacial das precipitações, sendo que dos sistemas de circulação atmosférica responsáveis pelo regime e instabilidade de chuvas na região, dois (ZCIT e mEc) atuam com maior frequência, ao passo que os outros dois sistemas atmosféricos (mTa e mEa) operam de forma limitada garantem estabilidade para a região.

Desta maneira, verifica-se que o clima na região atua de forma complexa e decorre da conjugação de vários mecanismos atmosféricos aos quais se superpõem fatores de ordem geográfica, como por exemplo, a orientação e as configurações do relevo (vales, planícies, chapadões), distanciamento do mar (continentalidade) e a vegetação. Como consequência dessa complexidade, verifica-se a variabilidade pluviométrica registrada no tempo e no espaço geográfico regional de Gilbués.

3.7.1 Características climáticas da área de estudo

A área do município de Gilbués embora seja bastante expressiva, não é suficientemente grande ou particularmente diferenciada para compor uma dinâmica climática própria, estando inserida no jogo das variações climáticas regionais e continentais.

A localização geográfica da área de estudo, situada na porção centro ocidental do Nordeste define o caráter climático transicional, refletindo, de acordo com Sales (2003, p. 122) “o contato dos três grandes domínios morfoclimáticos: das caatingas, a leste-nordeste; dos cerrados, a sul-sudoeste; e das florestas tropicais úmidas, a noroeste”. Assim, a área de estudo poderia ser interpretada como indicadora da complexidade dos processos atmosféricos dinâmicos.

Regionalmente a área de estudo, apresenta características do tipo tropical de continentalidade articulada, dotada de um longo período chuvoso durante o ano, opondo-se a outro, mais seco. Diante dessas características, o clima na região é tropical continental, semiúmido, enquadrando-se na classificação de Köppen do tipo Aw, próprio do domínio morfoclimático do Cerrado (Quadro 21)

Quadro 21 - Classificação climática apresentada para Gilbués

Sistema de classificação	Tipologia	Aspectos climáticos da área de estudo
Köppen	Clima Aw, megatérmico, com moderada deficiência hídrica no inverno (4 a 5 meses).	Tropical com chuvas de verão e com seca no inverno e com temperaturas que variam de 17°C (mínima) a 40°C (máxima). No período mais seco apresenta pelo menos um mês com precipitação inferior a 50 mm (inverno).

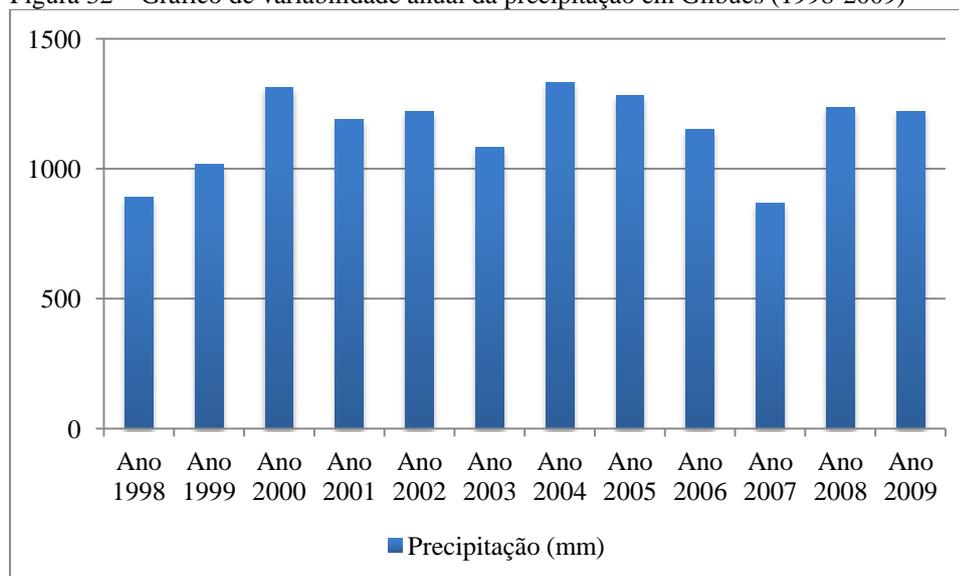
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

3.7.2 Regime e distribuição da precipitação pluviométrica

As características climática da área de estudo são definidas pela irregularidade da precipitação no período chuvoso, havendo dias de chuva intensa intercalados com períodos curtos de estiagem. Tais períodos de estiagem são conhecidos como “veranicos”. De acordo com Assad (2001), “veranico” é um evento climático caracterizado pela ausência de chuva num período prolongado, que varia de cinco a dez ou vinte dias, podendo ser até maior.

Para elaborar a análise pluviométrica de Gilbués, Silva (2011), utilizou dados coletados durante 12 anos (1998-2009) obtidos por meio da estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A pluviosidade da área de estudo, segundo o autor, varia entre 870 mm como regime pluvial mais seco a 1330 mm como período pluviométrico de regime chuvoso. Durante o período verificado pelo autor, a precipitação apresenta totais anuais em torno de 1.100 mm (Figura 32).

Figura 32 – Gráfico de variabilidade anual da precipitação em Gilbués (1998-2009)



Elaboração: SILVA, 2011

Fonte: INMET, 2011

3.7.3 Tipos de chuva

A chuva, fonte de abastecimento d'água do solo e causadora da erosão, depende do confronto dos sistemas atmosféricos, promotor de maior ou menor pluviosidade. Esses confrontos atmosféricos, gerados pela dinâmica atmosférica, refletem anos, meses e dias com diferentes características pluviais.

De acordo com Boin (2000) as diferentes sequências de tipos de tempo, acompanhados numa escala diária, permitem a explicação da maior ou menor intensidade pluvial, que determina a intensificação ou a atenuação dos processos de erosão.

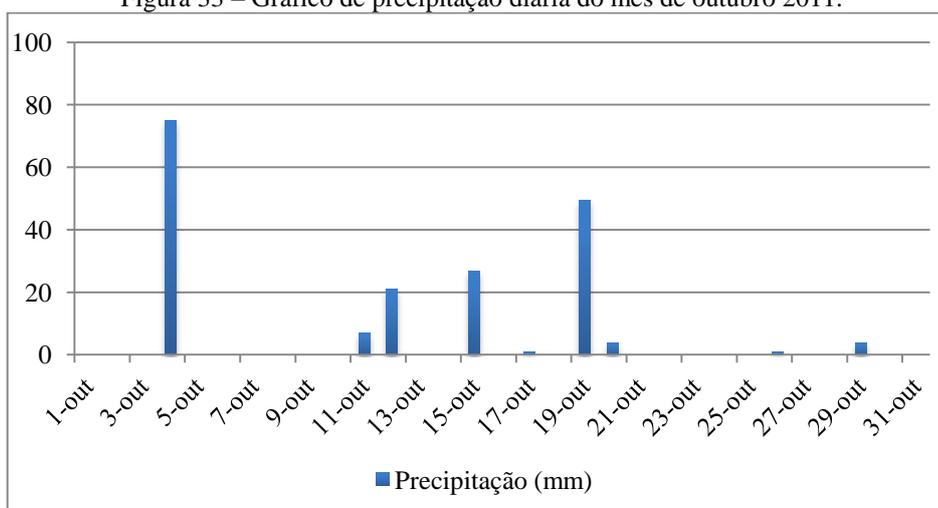
As chuvas na área de estudo são predominantemente do tipo convectivas. Esse tipo de chuva é ocasionado pela transferência de calor pelo movimento do ar, no sentido vertical ou diferente daquele predominante, causado pela diferença de densidade e de temperatura do ar e convergentes. Trata-se de chuvas caracterizadas com intensidades que variam de média a alta e de pouca duração.

O estudo dos impactos pluviométricos, como “aguaceiros”, gerados pela alta intensidade das chuvas. Péguy (1961, p.195) apud Boin (Op. cit) classifica como aguaceiros precipitações maiores que 15 mm em um período de 24 horas.

Segundo Boin (2000) os aguaceiros são de grande importância na definição de áreas de maior impacto pluvial na gênese de processos erosivos. Este fato traduz a necessidade de se empreender estudos mais minuciosos dos tipos de precipitação, sobre áreas tropicais, com o intuito de compreender melhor os “tipos de chuva” que causam erosão nos solos. Conforme Boin (Op. Cit) chuvas com intensidade em torno de 80 mm no período de 24 horas são denominadas de chuvas enérgicas.

Esse volume de chuva foi verificado por Silva (2011) na área de estudo no período de outubro a dezembro de 2011. A intensidade diária da chuva realizada pelo autor corresponde ao episódio temporal do mês de outubro que foi marcado pela ocorrência das primeiras chuvas que foram rigorosas (intensas), atingindo em 24 horas cerca de 75 mm e episódio ocorrido também em dezembro que choveu cerca de 97 mm em 24h (Figuras 33 e 34).

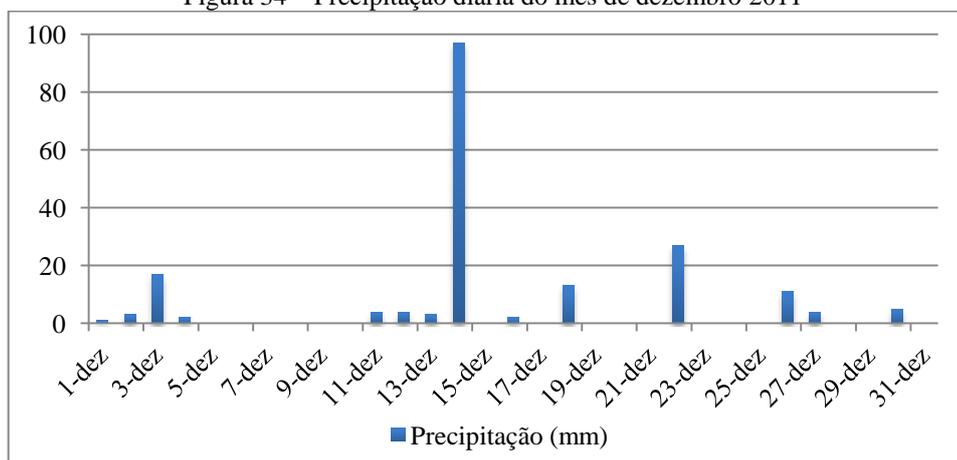
Figura 33 – Gráfico de precipitação diária do mês de outubro 2011.



Elaboração: SILVA, 2011

Fonte: INMET, 2011

Figura 34 – Precipitação diária do mês de dezembro 2011



Elaboração: SILVA, 2011

Fonte: INMET, 2011

Contudo, maiores detalhes quanto às características climáticas serão apresentados no próximo capítulo como resultado da investigação, visto que é um dos focos centrais da dissertação.

3.8 Marcas iniciais da ocupação da Terra no sul Piauiense

De acordo com a literatura, o extremo sul Piauiense foi ocupado inicialmente por grupos indígenas que habitavam o vale do rio Gurguéia, índios chamados de Gueguês e Acaroás. Essas etnias indígenas foram os primeiros a enfrentar nos confins de Parnaguá, os homens da Casa da Torre, da Bahia, que pioneiramente penetraram os Sertões intocados do Piagohy (Piauí) contribuindo com a dizimação dos índios que habitavam o vale do rio Gurguéia, na qual inclui a região do município de Gilbués (BARROS, 2009).

Assim, a entrada de conquistadores oriundos do estado da Bahia, possibilitou para que o sudoeste piauiense fosse colonizado. Historicamente esta área teve sua colonização baseada na atividade pecuária. Conforme corrobora Diniz (1982) “esta ocupação se desenvolveu a partir da segunda metade do século XVII, com a instalação das primeiras fazendas de gado procedentes do rio São Francisco, havendo registro das primeiras expedições no ano de 1676”.

Segundo o IBGE (2013) houve participação também de bandeirantes paulistas na ocupação, como é o caso de Domingos Jorge Velho, que fundou fazendas no vale do Gurguéia, sendo atribuída a ele responsabilidade pela conquista na região sudoeste do Piauí.

Especificamente para a região sudoeste do Piauí, Sales (2003) contempla que essa ocupação, inicialmente, foi motivada pelo interesse na conquista de novas terras e na defesa das terras já ocupadas, que frequentemente sofriam ataques indígenas.

Sales (2003) afirma que a criação de gado se desenvolveu de maneira extensiva ao ocupar vastos campos de pastagem natural. Uma importante característica da pecuária local descrita pela autora é

o deslocamento sazonal do gado bovino que durante a estação seca o gado fica nas áreas das chapadas mais altas, chamadas “gerais”. Mas na chuvosa é deslocado para as áreas mais deprimidas recobertas por gramíneas denominadas de “malhadas” (SALES, 2003, p. 122).

O desenvolvimento da pecuária extensiva, segundo Sales (Op. Cit) empregou pouca mão-de-obra e foi responsável pela instalação dos principais núcleos urbanos e durante muitos anos se constituiu como atividade econômica de maior representatividade na área.

A partir de 1946, data de registro da primeira pedra de diamante, encontrada de acordo com Sales (Op. cit) pelo garimpeiro João Neri, instalou-se outra atividade de forte impacto econômico e ambiental. Esta atividade teve seu pico em 1950 e estendeu-se até início dos 1970, quando houve diminuição da produção, com a estagnação econômica de alguns povoados.

O quadro econômico passou a sofrer algumas alterações a partir de 1980 em consequência da abertura de fronteiras agrícolas no sudeste do Maranhão avançando até parte do município de Gilbués (porção norte), que apresenta características ambientais propícias as condições para a expansão da fronteira agrícola.

Para o município de Gilbués, conforme Sales (2003) é possível identificar pelos menos três ciclos da economia local que influenciaram fortemente sua organização espacial e socioeconômica e que, em última instância, refletem as formas de relação entre a comunidade e

seus recursos naturais. Primeiro, o ciclo das fazendas de gado instaladas na região desde sua ocupação, depois o ciclo da mineração de diamantes e por último a agricultura (produção de grãos)

3.8.1 Atuais usos do solo: a consolidação da agropecuária em Gilbués-PI

Atualmente os principais usos do solo estão vinculados à pecuária que apresenta dois padrões espaciais (extensiva e semi-intensiva) que são definidos pela extensão da área ocupada e formas de uso e manejo e atividades de agricultura. A pecuária extensiva é o padrão tradicional que predomina e marcou o início da ocupação da região, constituída de rebanhos pequenos com presença de suínos, caprinos e outros animais.

A pecuária semi-intensiva difere da extensiva, pois abrange extensões menores e vem sendo desenvolvida próximas às áreas agrícolas irrigadas, em contato com tipos de modernização estruturada (pastagem cultivada). A última pesquisa pecuária municipal realizada pelo IBGE (2009) destaca a quantidade de rebanhos mais representativos em Gilbués (Quadro 22).

Quadro 22 - Quantidade de rebanhos (principais) de Gilbués

Efetivo dos rebanhos (Cabeças) 2009	
Bovino	14.274
Caprino	2.038
Ovino	1.267

Fonte: IBGE - Pesquisa Pecuária Municipal

Todavia, a participação da pecuária nas atividades econômicas de Gilbués apresentou declínio expressivo nas últimas décadas. Isso pode ser facilmente visualizado por meio do Quadro 23 que destaca inicialmente de 1970 a 1994 um aumento do efetivo rebanho Bovino, ovino e caprino.

Quadro 23 – Quantidade de rebanhos do município de Gilbués

Rebanho/Ano	1970	1975	1980	1985	1990	1994
Bovino	15.540	19.673	22.396	20.085	25.735	30.892
Ouvino	5.104	7.482	6.331	5.150	10.288	12.504
Caprino	2.304	2.663	2.800	2.206	4.469	5.432

Fonte: Fundação CEPRO-Perfil dos municípios Piauienses, 1992 *apud* SALES, 1997

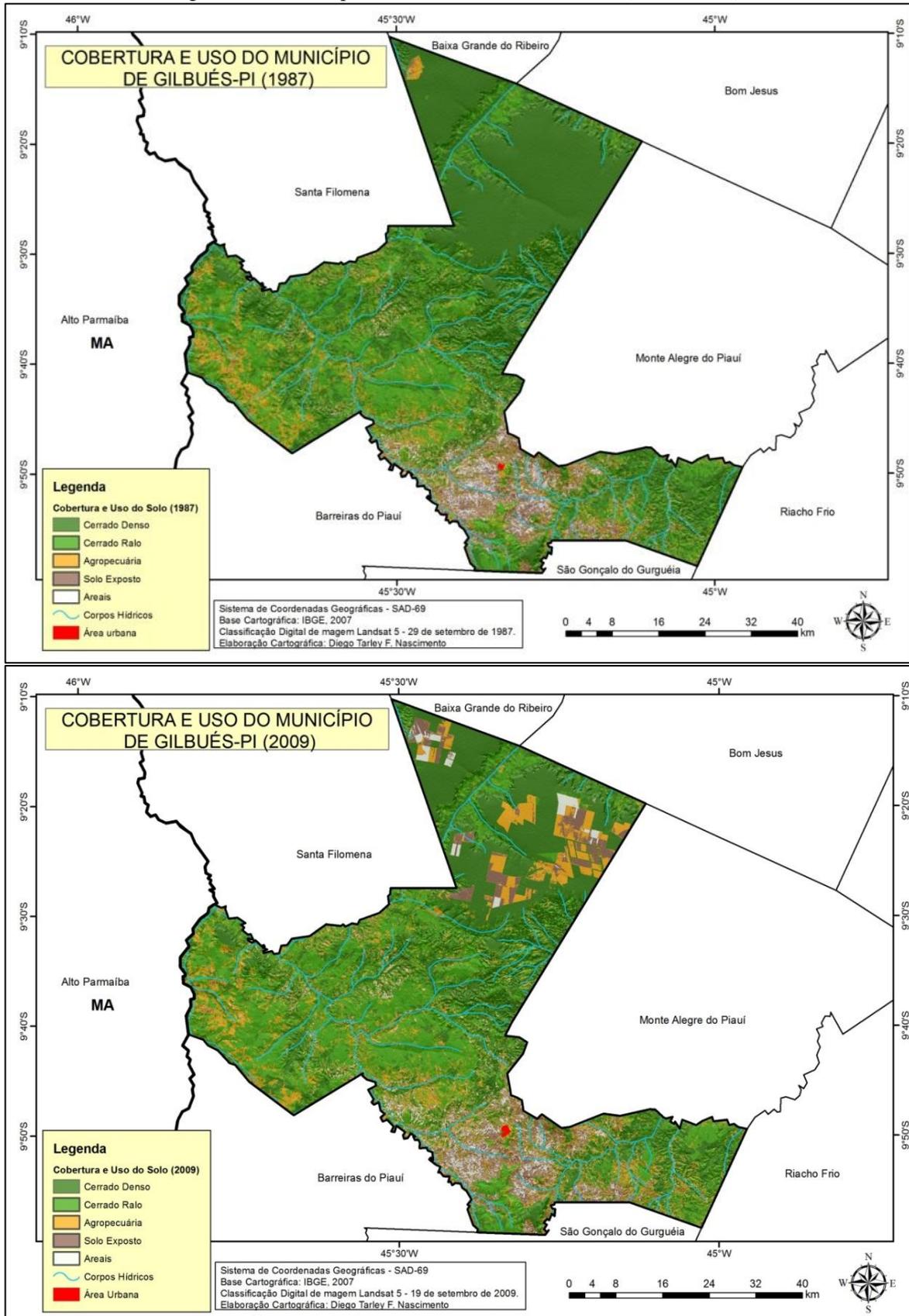
A partir das técnicas de processamento digital aplicadas às imagens orbitais de 2009, foi possível obter valores percentuais e distribuição das classes de uso e cobertura da terra e identificar a ocorrência de áreas degradadas. Assim, foram determinadas cinco classes: Cerrado denso, Cerrado Ralo, Agropecuária, Solo exposto, Areais, Corpos Hídricos e área urbana (Quadro 24 e Figuras 35 e 36).

Quadro 24 – Classes definidas: mapa de cobertura e uso do solo

Classes	Descrição	1987		2009	
		Área (km2)	Área %	Área (km2)	Área %
Cerrado Denso	Corresponde à vegetação densa, fisionomia denominada de Cerradão e Mata Galeria, é desenvolvida em solos profundos e sobre áreas de influência direta da umidade proporcionada por corpos d'água.	1.725,41	49,37	1.295,40	37,07
Cerrado Ralo	Cobertura vegetal constituída por gramínea intercalada por arbustos, bastante espaçados entre si, sobre denso tapete de vegetação rasteira	1.058,66	30,29	1.215,02	34,07
Agropecuária	Áreas de instalação do agronegócio: grandes áreas ocupadas pela agricultura moderna em contato com extensões tomadas pela pecuária. Localiza-se nas áreas planas das chapadas	366,41	10,48	538,55	15,41
Solo Exposto	Áreas que exibem padrão de resposta espectral com pouquíssima cobertura vegetal (vegetação rasteira) composta por gramíneas	222,56	6,37	288,59	8,25
Areal	Áreas que apresentam nenhuma participação do componente vegetação e exibe elevada deposição de sedimentos/areia	121,90	3,49	157,39	4,5
Corpos Hídricos	Áreas cobertas por água/rede de drenagem	-	-	-	-
Área Urbana	Área ocupada pela sede do município de Gilbués.	-	-	-	-

Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Figura 35 e 36 – Mapas de cobertura e uso de Gilbués (1987 e 2009)



Organização: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Dentre os resultados gerados pelo mapa de cobertura e uso observou-se que a agropecuária, em 1987, ocupava uma área relativa do município de apenas 10,48%, ao passo que, em 2009, ela já representava 15,41% da área total do município. Em 1987 o cerrado denso ocupava uma área relativa a 49,37%, já em 2009 estas áreas representavam 37,07%, diminuição de 12,03%. Devido a expansão da agropecuária, entre 1987 a 2009 ocorreu à perda de 16,5% da vegetação natural (cerrado denso e ralo). Isso corrobora a constatação de que agropecuária utiliza-se das áreas de vegetação natural para se expandirem.

Por meio do mapa de uso e cobertura do solo, foi possível perceber que a área intensamente degradada (arenização) definida pelas classes solo exposto e areal se localiza espacialmente distante das áreas ocupadas pela agricultura moderna, ou seja, essa análise oferece fundamento para afirmar que não existe relação/influência das práticas agrícolas com o processo de degradação ambiental desenvolvido no sul do município.

Em consequência da abertura de fronteiras agrícolas em áreas de cerrados o quadro econômico de Gilbués passou a sofrer algumas alterações relacionadas, sobretudo com a expansão e quantidade produzida da agricultura (Quadro 25).

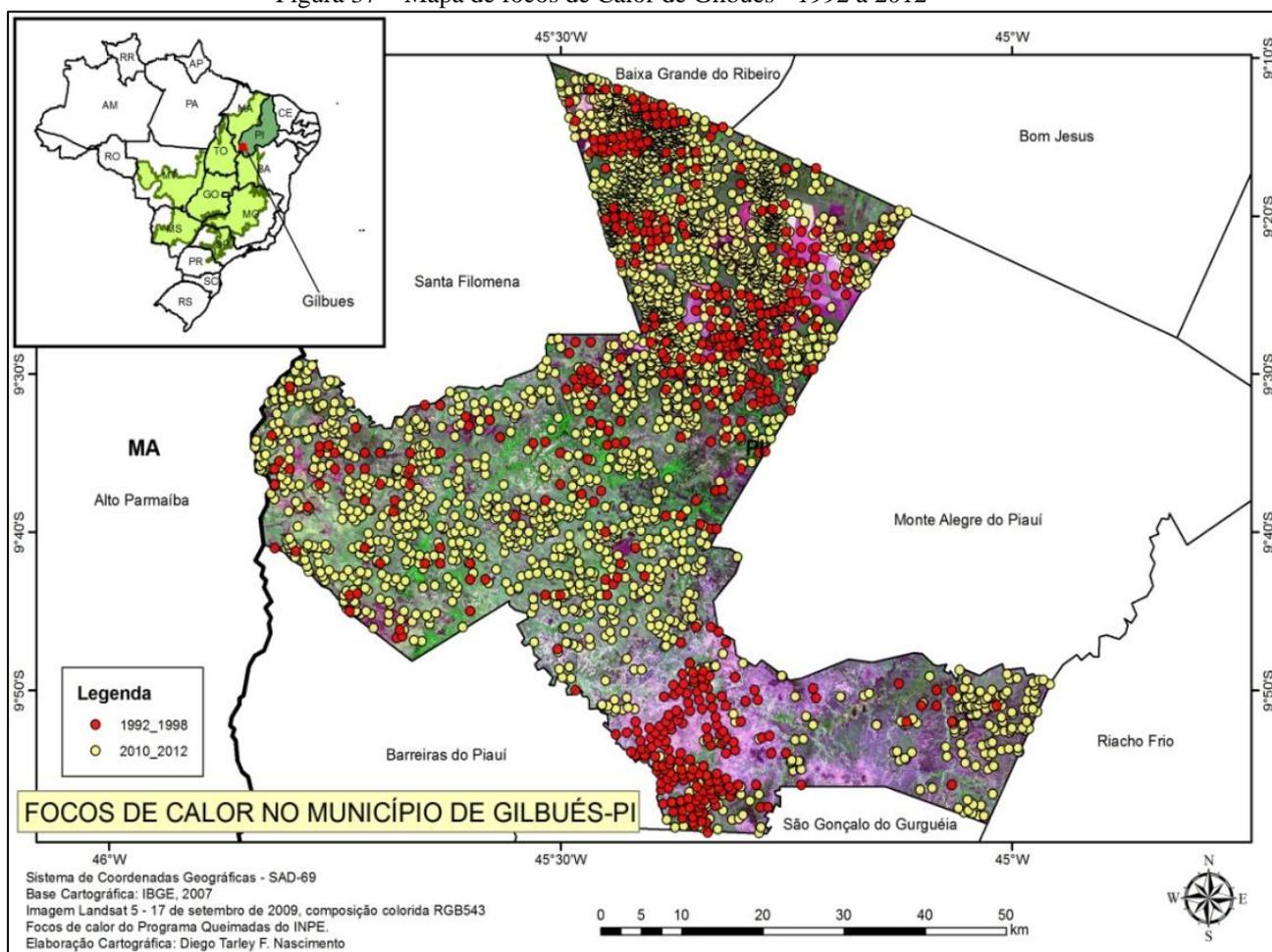
Quadro 25 – Dados econômicos – Lavoura Permanente e temporária de Gilbués

Lavoura Temporária	1990		2009	
	Área plantada (hectares)	Quantidade produzida (tonelada)	Área plantada (hectares)	Quantidade produzida (tonelada)
Arroz (em casca)	360	91	4.015	10.800
Fava (em grão)	8	1	10	4
Feijão (em grão)	130	10	300	120
Mandioca	150	1.225	250	3.000
Milho (em grão)	240	30	2.000	12.200
Soja (em grão)	0	0	8.820	26.993

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal

A expansão da agropecuária ocorreu principalmente na porção norte de Gilbués que apresenta características físico-naturais favoráveis às condições para o desenvolvimento agrícola. Nesta área ocorreram os maiores focos de calor (queimadas) relacionados ao desmatamento que resultou da retirada da cobertura vegetal para introduzir e ampliar áreas de agricultura (Figura 37).

Figura 37 – Mapa de focos de Calor de Gilbués - 1992 a 2012



Organização: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Com a elaboração do mapa de Focos de Calor, foi possível identificar o registro de 534 focos de calor de 1992 a 1998 (6 anos) e de 3.290 focos entre 2010 a 2012 (2 anos). Ressalta-se o aumento de seis vezes na proporção entre o primeiro e o segundo período de dados. Por meio do mapa de focos de calor nota-se que as queimadas ocorreram principalmente entre 2010 a 2012, e foi concentrado na porção norte em decorrência da retirada da cobertura vegetal para o preparo do solo e eventuais práticas agrícolas, isto faz com que extensas áreas verdes sejam desmatadas.

Já no sul do município, onde a ocorrência de arenização/degradação dos solos é mais intensa, as queimadas foram registradas mais profundamente no período de 1992-1998 em função do aumento da pecuária (quantidade de bovinos) e conseqüentemente uma ampliação ou deslocamento das pastagens para áreas com topografias mais elevadas “gerais”. Isso é resultado do modelo de manejo da terra que é praticado na região de forma tradicional (queimadas e desmatamento) em vastos campos de pastagem natural.

RESULTADOS E DISCUSSÃO DA PESQUISA

Nesta pesquisa, a forma de análise que se revelou como mais apropriada, foi a de agregar os dados pluviométricos em forma de pluviogramas enfatizando a dinâmica das chuvas durante o ano e seu comportamento diário e mensal dando ênfase aos períodos com maior intensidade pluviométrica. Isso possibilitou verificar o regime e a distribuição das chuvas da área de estudo, além de reconhecer a variabilidade e identificar eventos pluviais extremo-excepcionais ocorridos durante o ano.

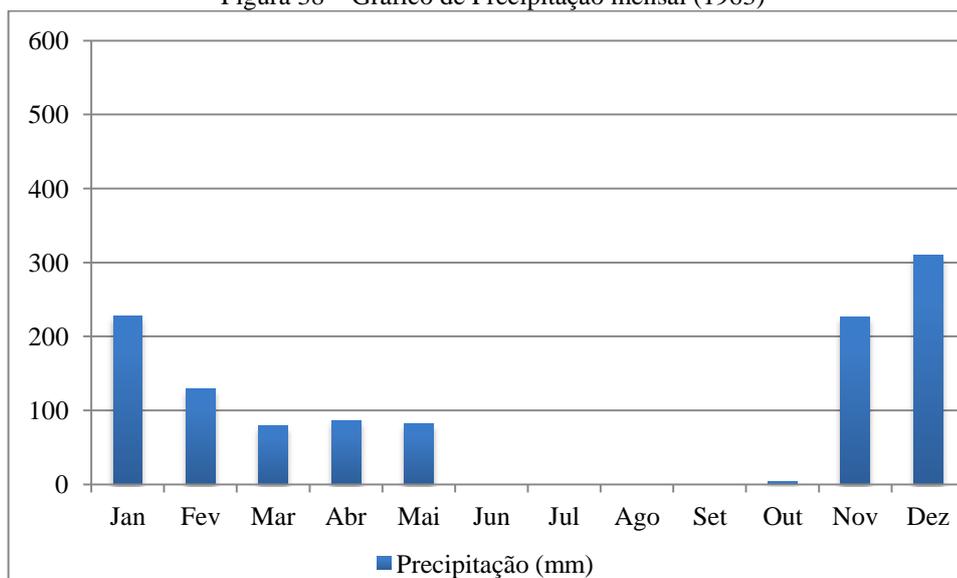
Os detalhes no tocante ao quadro pluviométrico, bem como é a distribuição mensal e diária das chuvas ao longo do período de 1963 a 1999, podem ser verificados diretamente em cada um dos pluviogramas que são apresentados a seguir (Figuras 38 a 129). Optou-se por analisar gráfico por gráfico para não perder as excepcionalidades do ritmo pluviométrico, possibilitando reconhecer os eventos extremos durante o período analisado.

No decorrer da pesquisa, a sequência dos gráficos corresponde à análise mensais e diárias, aplicando ênfase aos eventos pluviais de maior intensidade, portanto, períodos que apresentaram baixos volumes pluviométricos não foram representados em forma de pluviogramas.

4.1. A dinâmica pluviométrica de Gilbués-Piauí entre 1963-1999

Em 1963 a distribuição da precipitação ocorreu de forma habitual com a predominância de um período chuvoso e outro seco. Nesse ano, os totais pluviométricos atingiram volumes de 1.143 mm. Após a estiagem (junho-setembro) as chuvas de “primavera” começaram de forma intensa a partir de novembro, sendo dezembro o mês mais chuvoso. O volume de chuva começou a declinar durante os próximos meses (janeiro a maio), o que demonstrou a irregular distribuição das chuvas entre meses com precipitação elevada e outros com baixa precipitação (Figura 38).

Figura 38 – Gráfico de Precipitação mensal (1963)



Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

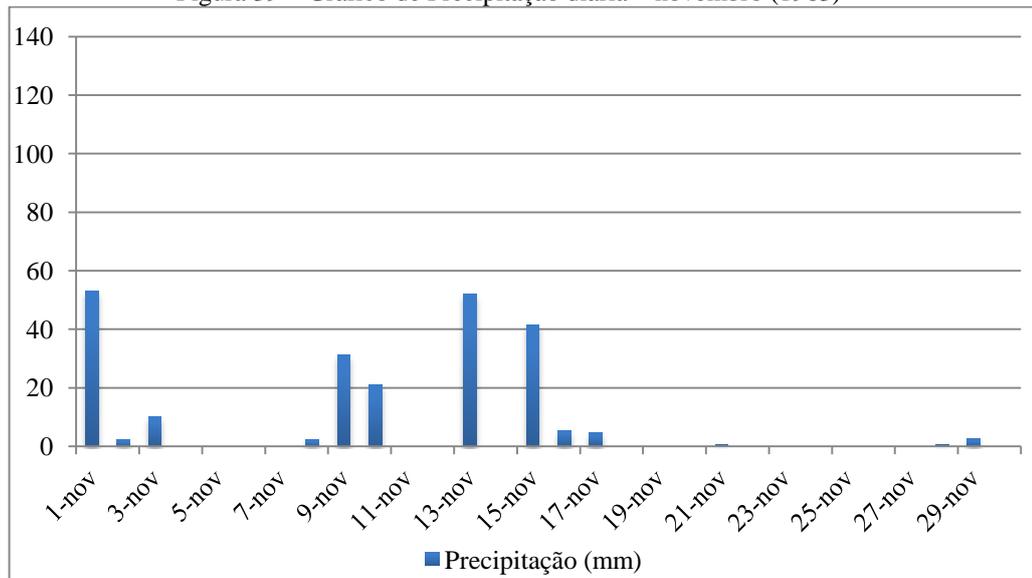
Fonte: SUDENE

No decorrer da pesquisa, para se obter uma análise pluviométrica mais detalhada, foram analisados os períodos em que se inicia as primeiras “chuvas de primavera” ocorridas, principalmente entre os meses de setembro-outubro e em 1963 o mês de novembro, almejando verificar a magnitude diária das chuvas nesse período.

Desta forma, a análise do regime pluviométrico durante a transição climática (estação seca - chuvosa) é de extrema importância para o entendimento dos processos erosivos que ocorrem na paisagem, uma vez que, o solo está suscetível aos episódios intensos de chuva que potencializam o escoamento superficial que favorecem o espalhamento (desagregação) das partículas de solos areno-argilosos ocasionando processos como o salpicamento.

Após a estiagem, o mês de novembro foi caracterizado pelo início das primeiras chuvas que foram intensas e moderadas, havendo dias com baixos volumes de chuva. Nesse período, a chuva inicial ocorrida no dia 01/11 atingiu 53 mm, havendo dias com totais diários superiores a 40 mm (Figura 39).

Figura 39 – Gráfico de Precipitação diária – novembro (1963)

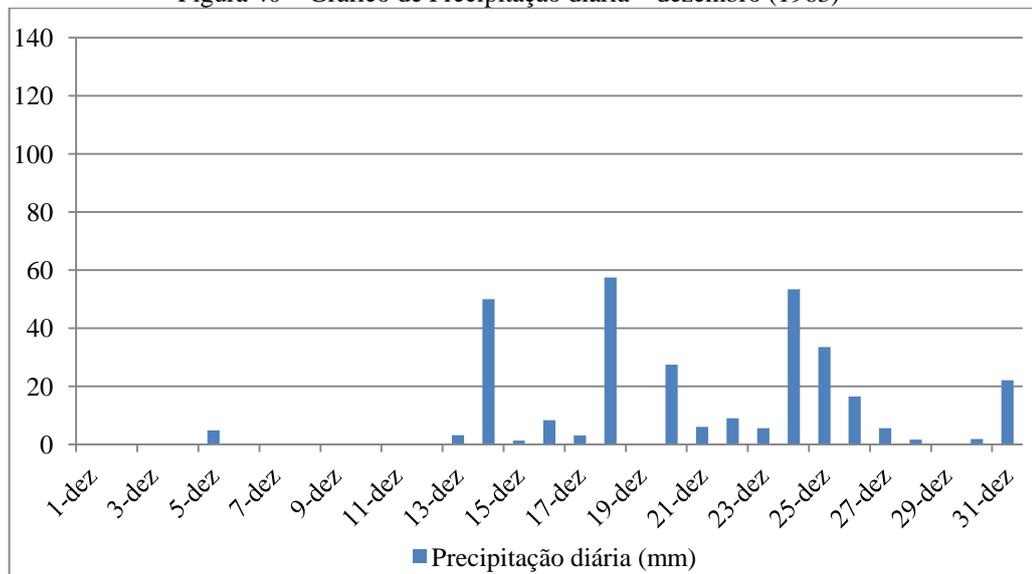


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

No mês de dezembro, a distribuição da chuva foi caracterizada pela irregularidade que indicou as seguintes características: a) dias com ausência de chuva num período prolongado; b) dias de chuva intensa intercalados com episódios de estiagem; c) dias com elevada intensidade das chuvas em curto período de tempo; d) Concentração/frequência pluviométrico maior após o dia 14/12 (Figura 40).

Figura 40 – Gráfico de Precipitação diária – dezembro (1963)



Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

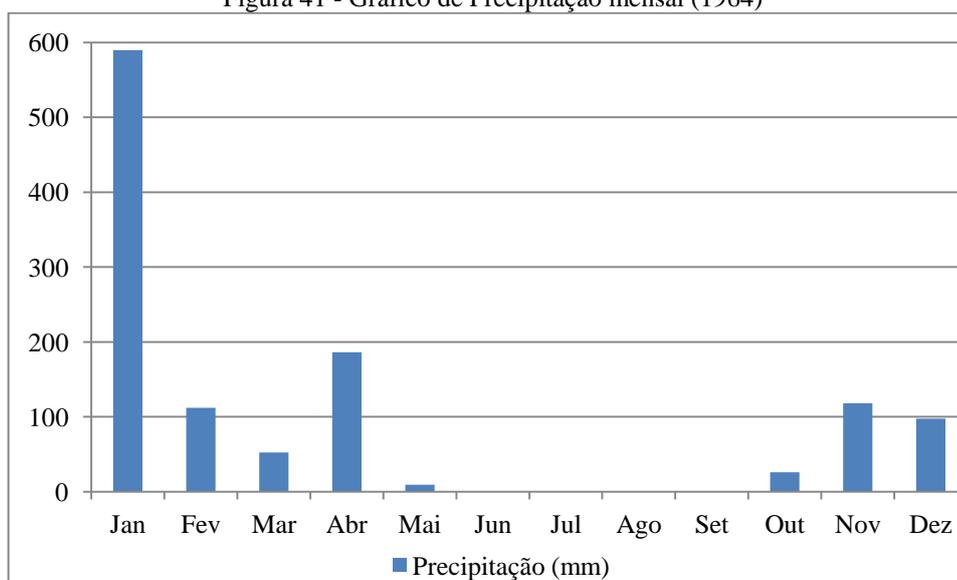
Fonte: SUDENE

1964

Nesse período, a distribuição da chuva teve um caráter excepcional, no qual, se observa episódios pluviométricos concentrados no mês de janeiro (589 mm) e já em outros

meses a ocorrência pluviométrica foi desigual (fevereiro, março, novembro e dezembro) registrando totais de precipitação inferior a 120 mm. Ao contrário do ano anterior, em 1964 o período seco foi estendido entre maio a setembro e chuvas rarefeitas em outubro. Observa-se também o baixo regime pluvial no período primavera-verão, demonstrando uma sucessão recuada dos eventos pluviométricos da área de estudo. Em 1964, os totais atingiram 1190 mm e cerca de 49% do regime foi concentrado no mês de janeiro (Figura 41).

Figura 41 - Gráfico de Precipitação mensal (1964)

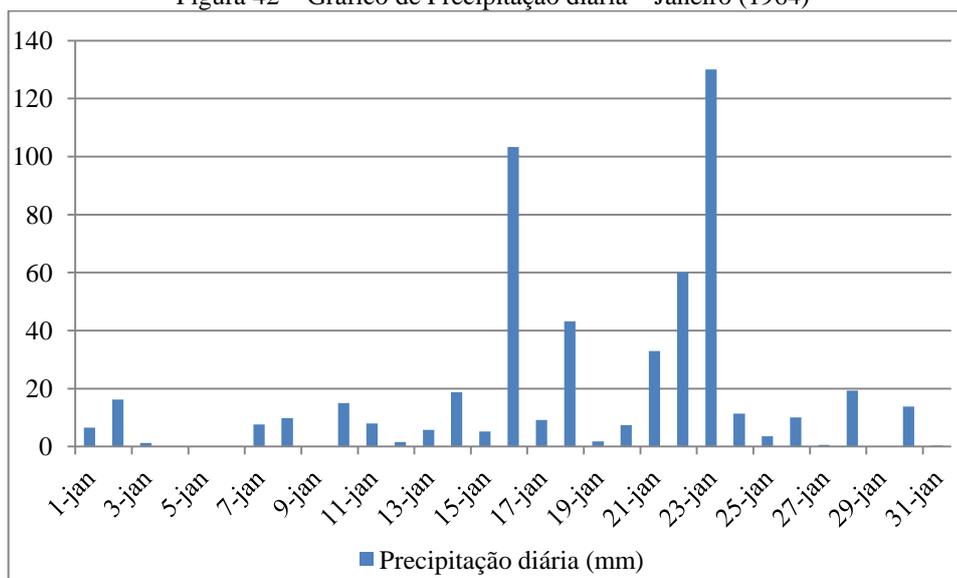


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

O mês de janeiro (Figura 42) apresentou excepcionais no regime e ritmo pluviométrico, destacando a ocorrência de chuva enérgica acima de 100 mm em 24 h. Essa quantidade é capaz de alterar as condições/características geoambientais (substrato rochoso, solo, relevo, mananciais e vegetação) e também acelerar os processos que ocorrem na paisagem. Além do regime pluviométrico com totais elevados, o mês de janeiro revelou as seguintes características pluviométricas: a) dias frequentes com ausência de chuva num período curto; b) dias de chuva intensa intercalados com episódios de baixa quantidade pluviométrica; c) dias com intensidade elevada das chuvas em curto período de tempo; d) número de dias com chuvas (fraca e forte) superior a 23 dias, o que demonstrou uma boa frequência na distribuição das chuvas ao longo do mês.

Figura 42 – Gráfico de Precipitação diária – Janeiro (1964)



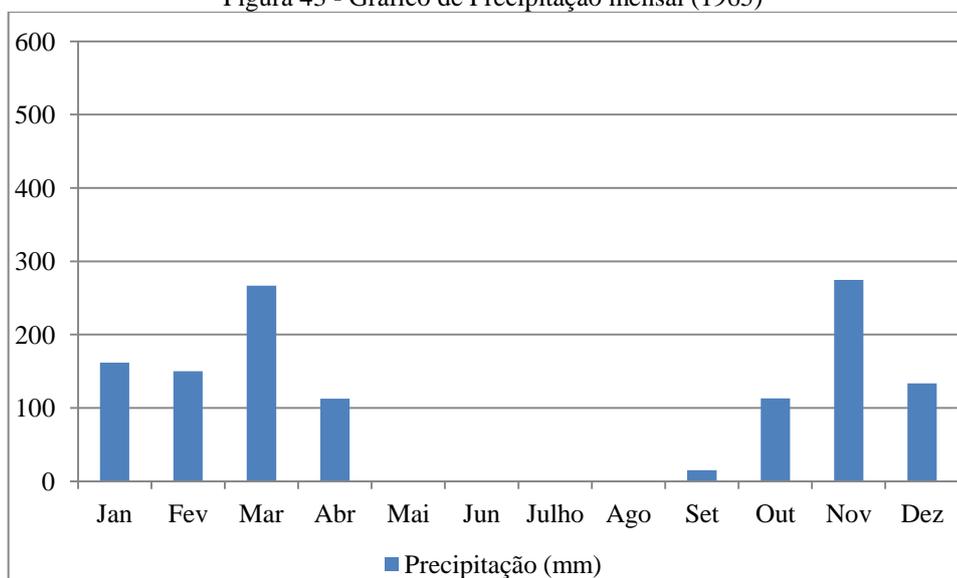
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

1965

A dinâmica pluviométrica de 1965 foi caracterizada por baixos volumes (mensais) de chuvas em meses considerados de maior pluviosidade (janeiro, fevereiro e dezembro). A pluviosidade de 1965 atingiu 1.229 mm e as chuvas foram distribuídas simultaneamente durante os meses e não alcançaram volumes elevados como os anos precedentes (Figura 43).

Figura 43 - Gráfico de Precipitação mensal (1965)



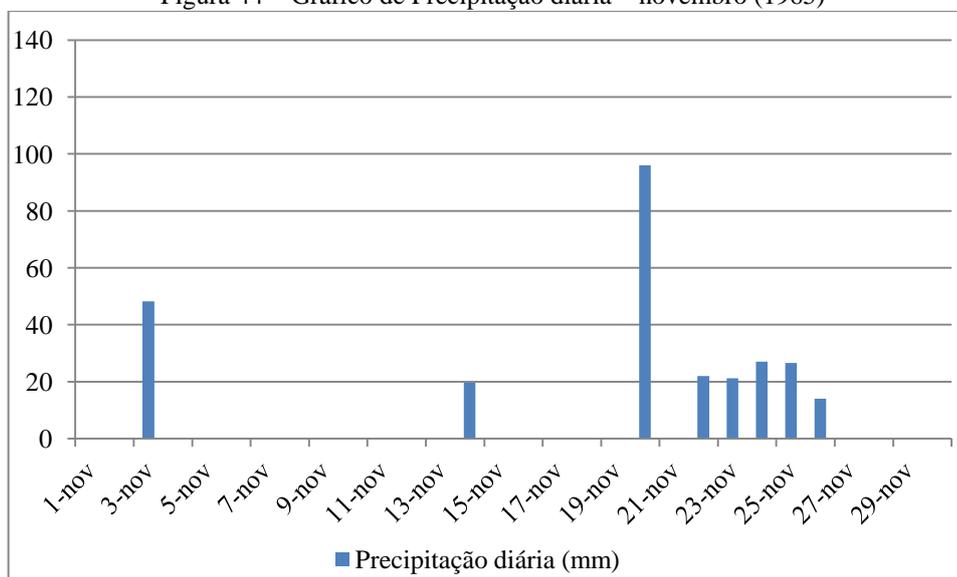
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Após o período de estiagem, as chuvas ocorridas em setembro e outubro não apresentaram quantidades elevadas ou eventos extremos. Assim, optou-se por não destacar o pluviograma desse período. Durante o ano de 1965, o mês de novembro registrou o maior

total de precipitação com chuvas diárias que variam entre 14 mm a 96 mm. A frequência da chuva foi caracterizada pela ausência de chuva num período prologando (5 a 10 dias) e chuva concentrada atingindo 96 mm (Figura 44).

Figura 44 – Gráfico de Precipitação diária – novembro (1965)



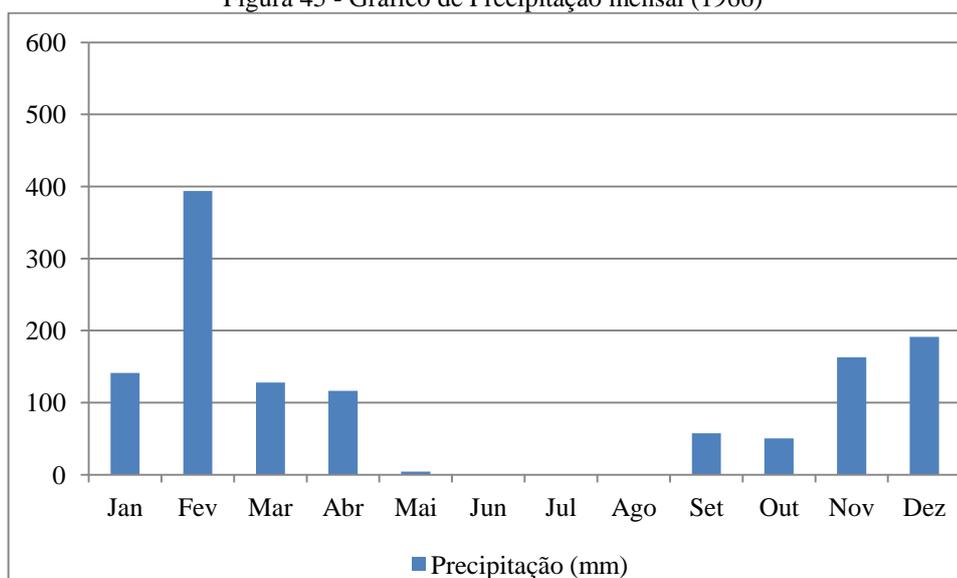
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

1966

Em 1966, o regime pluviométrico atingiu totais de 1.246 mm. Em relação aos anos anteriores, o período seco foi encurtado e durou cerca de 4 meses, ou seja, as chuvas anteciparam e se iniciaram em setembro com totais diários de 57,6 mm (Figura 45).

Figura 45 - Gráfico de Precipitação mensal (1966)

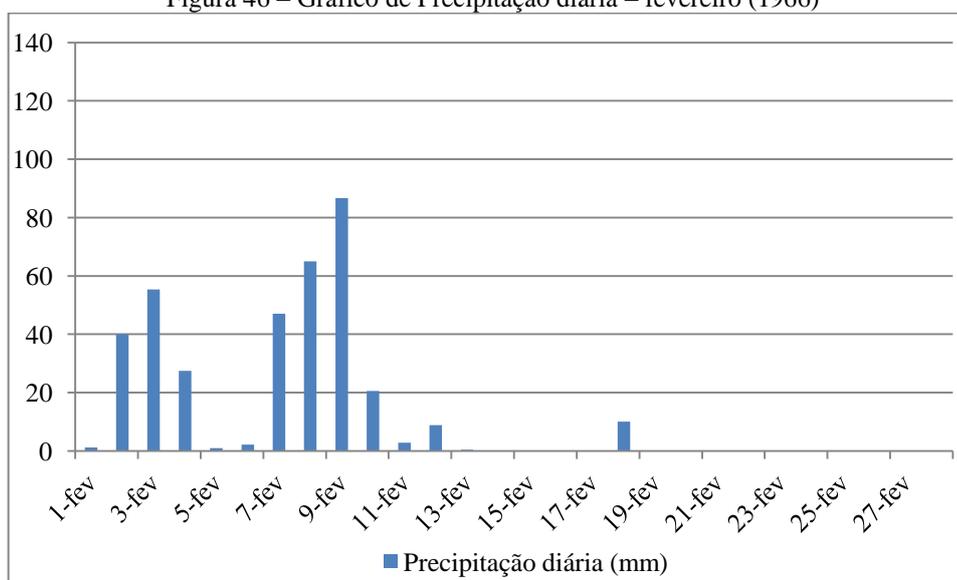


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Em fevereiro, as chuvas foram bem distribuídas no início do mês, ocorrendo eventos pluviométricos elevados (47 a 86 mm). Após o período de maior intensidade pluviométrica, os dias foram intercalados com baixos episódios de chuva e ausência de precipitação superior a 7 dias (Figura 46).

Figura 46 – Gráfico de Precipitação diária – fevereiro (1966)

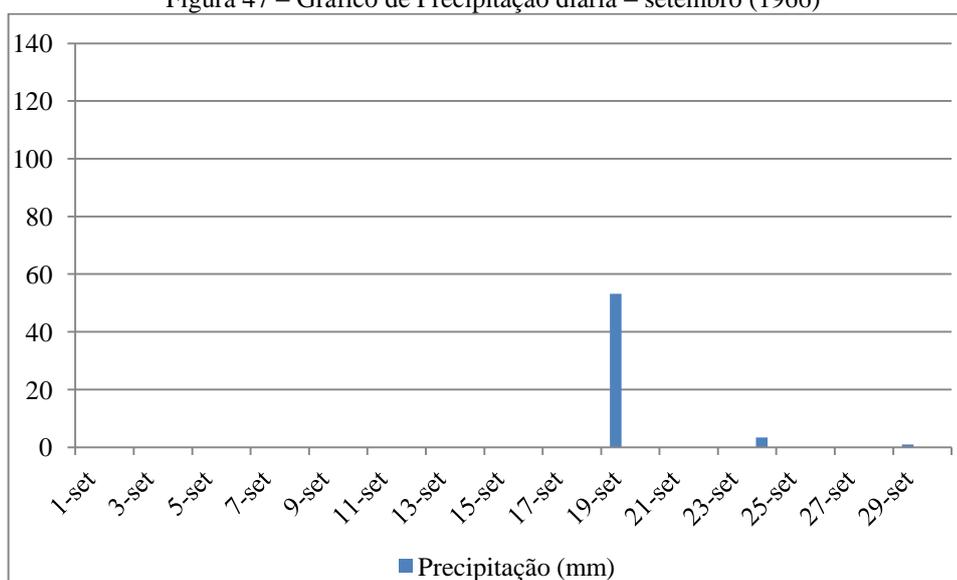


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Após o período seco, a primeira “chuva de primavera” que ocorreu no mês de setembro, atingiu totais de 53,2 mm (Figura 47) comportamento pluviométrico semelhante ao ocorrido em 1963.

Figura 47 – Gráfico de Precipitação diária – setembro (1966)



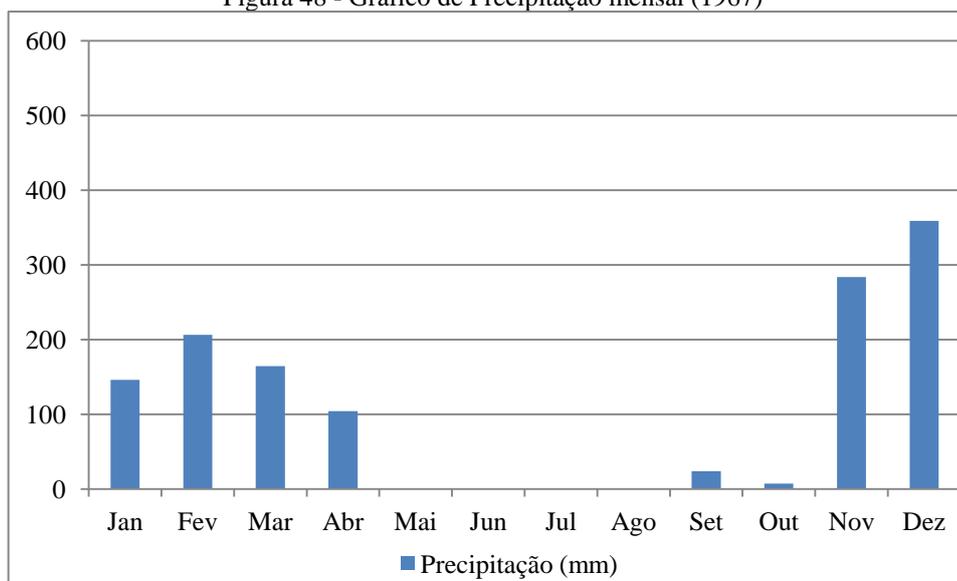
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

1967

Nesse período, o volume pluviométrico atingiu totais de 1.349 mm, 47% desse volume foi concentrado em novembro-dezembro. O período seco durou 4 meses, após a estiagem as chuvas iniciaram em setembro declinando o regime em outubro e um aumento significativo em nov. e dez. contribuindo para diminuir o déficit hídrico na região (Figura 48).

Figura 48 - Gráfico de Precipitação mensal (1967)

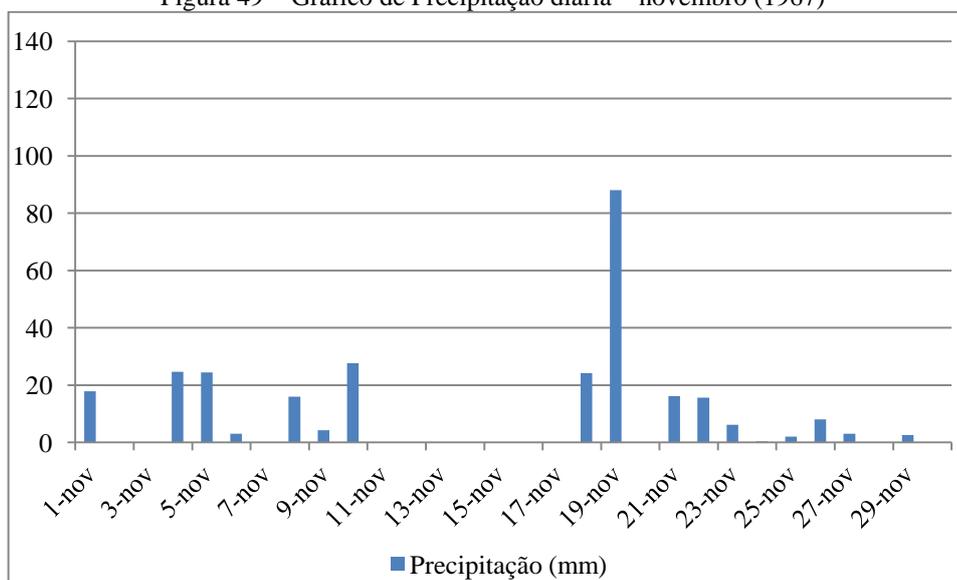


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Em novembro, houve dias com volumes pluviométricos inferiores a 20 mm, porém houve dias com totais superiores a esse valor. Foi registrado volume elevado de precipitação durante apenas um dia atingindo 88 mm (Figura 49).

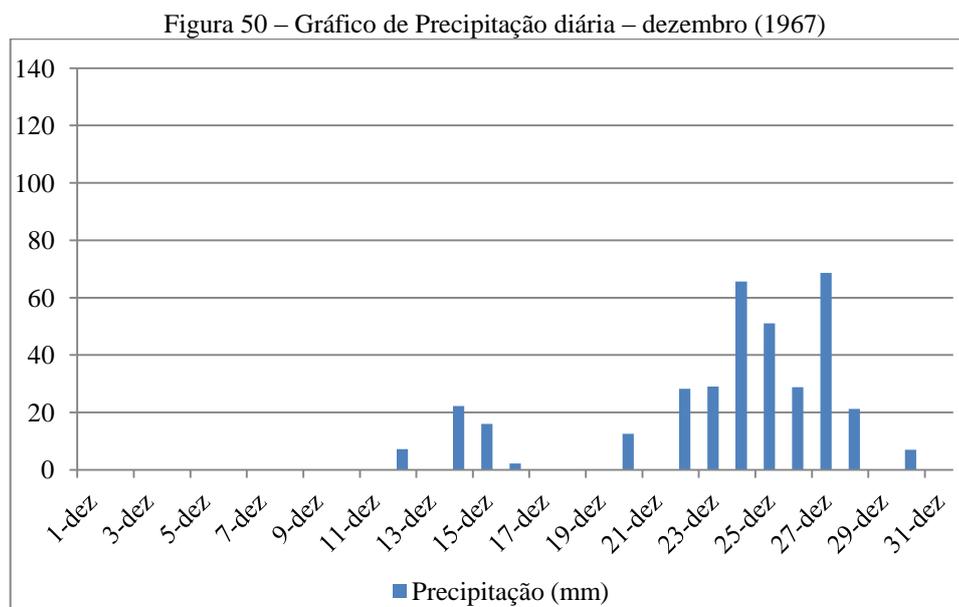
Figura 49 – Gráfico de Precipitação diária – novembro (1967)



Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Ao contrário do mês anterior, dezembro foi caracterizado por dias com regimes pluviométricos superiores a 50 mm. Houve nesse período, concentração de chuvas entre 22/12 a 28/12 o que demonstrou um comportamento pluvial marcado por dias com ausência de chuva num período prolongado (01 a 11/12) intercalados com dias com elevada intensidade das chuvas (Figura 50).

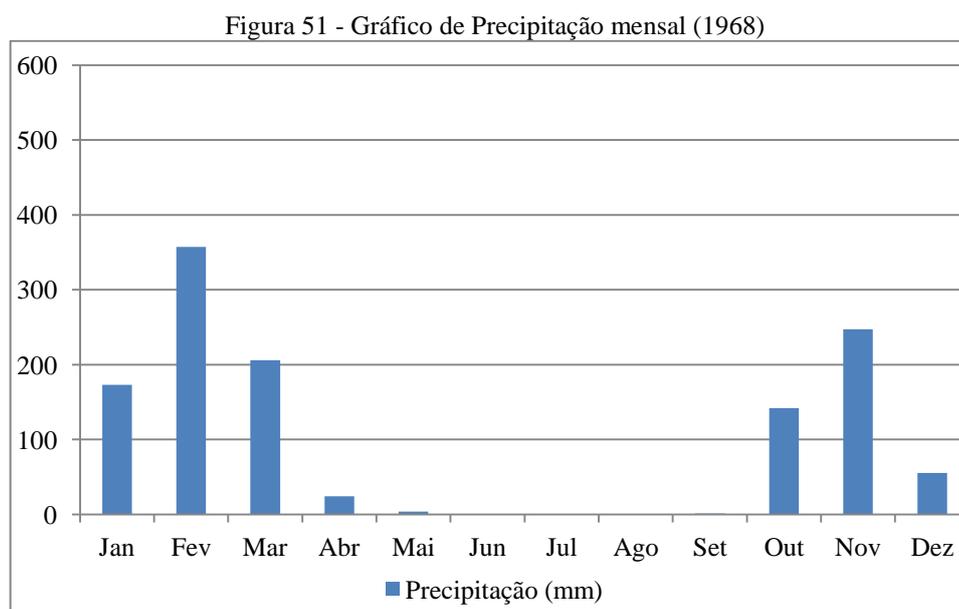


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

1968

E 1968, a distribuição do regime pluviométrico atingiu totais de 1.210 mm e foi definido por variações na pluviosidade ao longo dos meses (Figura 51).



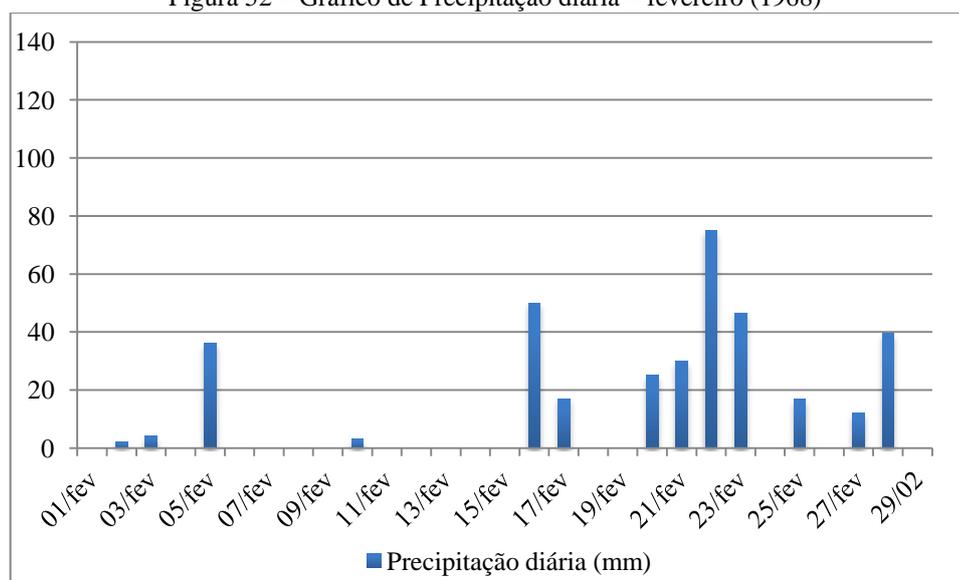
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Após o período chuvoso (outubro a março), as chuvas foram rarefeitas em abril, isso ocasionou uma ampliação do período seco para 5 meses. Os maiores volumes de precipitação ocorrem em fevereiro (357 mm), novembro (247 mm) e março (205 mm). Ao oposto do comportamento climático de 1967, o mês de dezembro de 1968 apresentou baixa quantidade pluviométrica (55,3 mm). Isso demonstra que o quadro climático, sobretudo relacionado à pluviosidade da área de estudo é bastante dinâmico, e que seus regimes/totais de um mês não se repetem/assemelham a do ano seguinte.

O mês de fevereiro apresentou totais de precipitação que variaram de 2 a 75 mm. Nesse período, a distribuição da chuva foi caracterizada por dias com ausência de chuva num período prolongado (05/02 a 15/02) e dias de chuva intensa intercalados com episódios curtos de estiagem (Figura 52).

Figura 52 – Gráfico de Precipitação diária – fevereiro (1968)

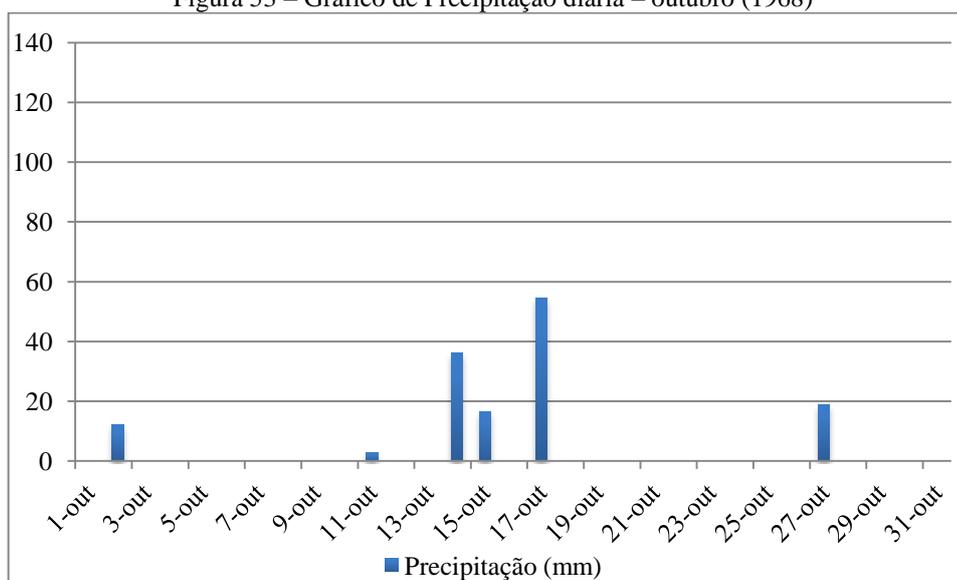


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Em outubro, as chuvas atingiram volumes com baixo e moderado quantidade. O total máximo registrado foi de 54 mm. Houve dias com ausência de precipitação que durou cerca de 10 dias (Figura 53).

Figura 53 – Gráfico de Precipitação diária – outubro (1968)



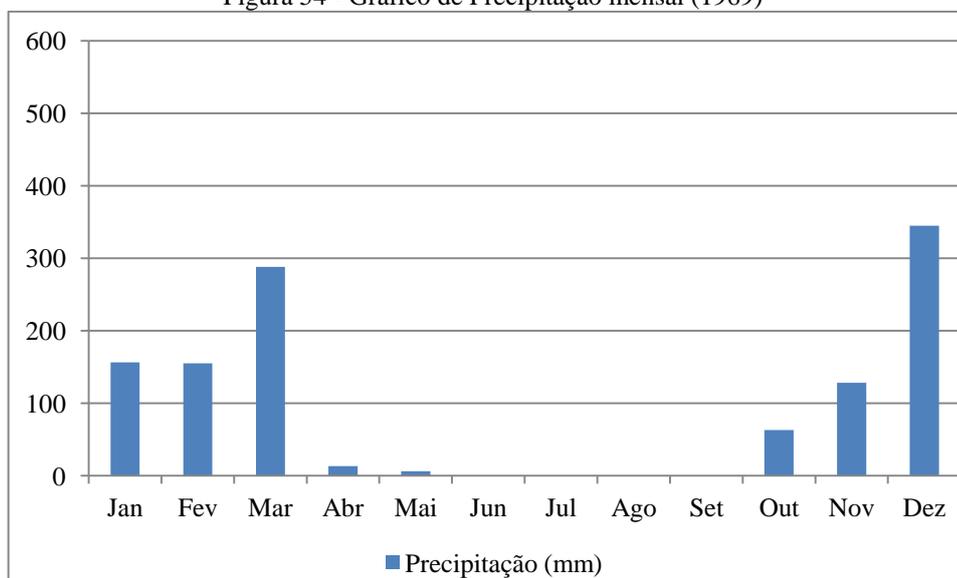
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

1969

Em 1969, os totais pluviométricos atingiram 1.155 mm e cerca de 55% do regime foi concentrado apenas em dois meses (dezembro e março). Ao comparar com anos anteriores, nota-se que foi um período caracterizado pela baixa quantidade de precipitação em fevereiro e novembro, além do baixo volume de chuva em abril e maio (Figura 54).

Figura 54 - Gráfico de Precipitação mensal (1969)

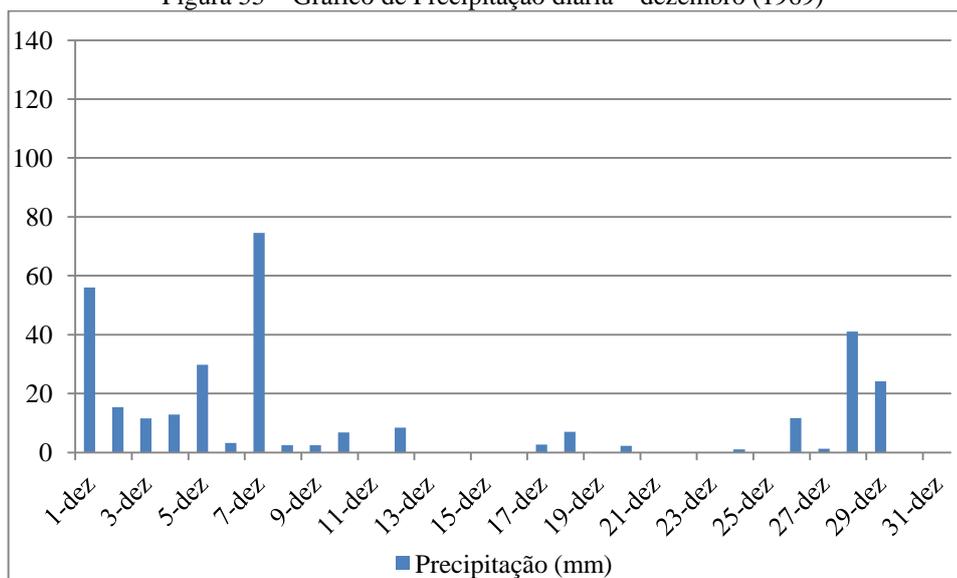


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Em dezembro, as chuvas foram bem distribuídas no início do mês, a maior quantidade registrada foi de 76 mm. Após o dia de maior quantidade de precipitação (07/12) as chuvas apresentaram baixos volumes intercalados com dias de estiagem (Figura 55).

Figura 55 – Gráfico de Precipitação diária – dezembro (1969)



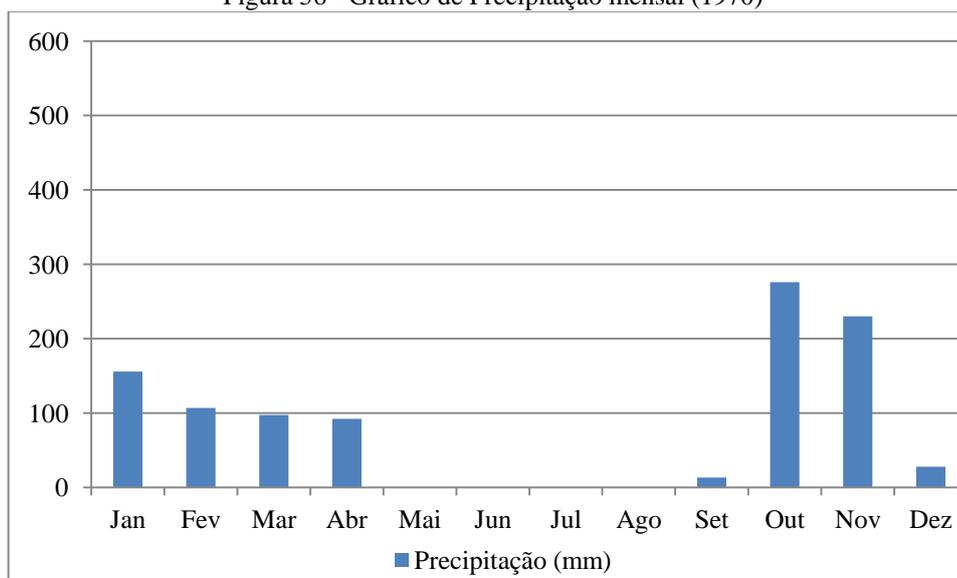
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

1970

O comportamento pluviométrico desse período foi caracterizado por chuvas irregulares e mal distribuídas ao longo dos meses. Foi um período marcado pela variabilidade, visto que, meses “habitualmente” definidos com quantidades pluviométricas elevadas (D-J-F-M) atingiram regimes abaixo de 155 mm (Figura 56). Outro evento excepcional foi à ocorrência maior de chuva no mês de outubro. Os totais pluviométricos de 1970 atingiram 1.000 mm.

Figura 56 - Gráfico de Precipitação mensal (1970)

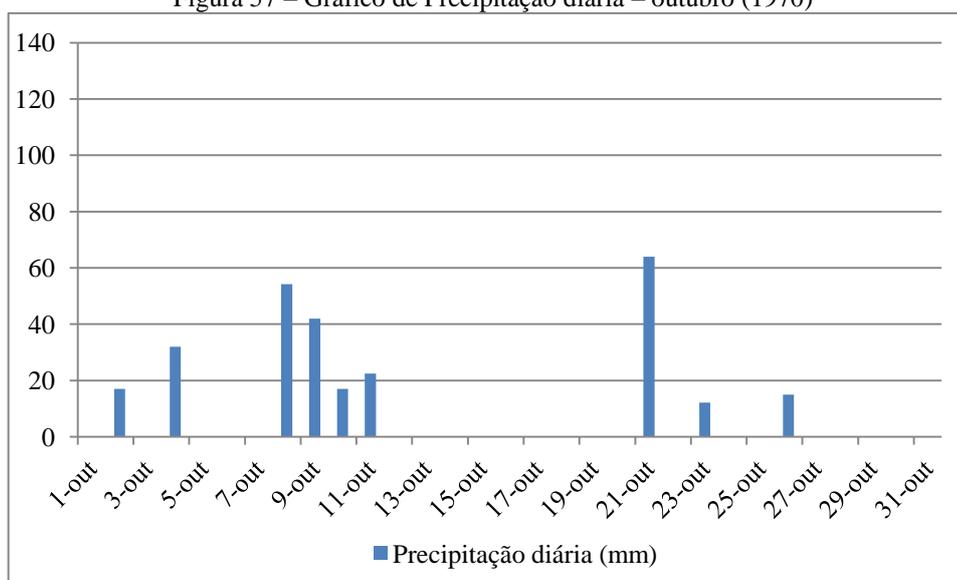


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

O período seco estendeu entre maio a agosto com chuvas rarefeitas em setembro. Após o período seco, as “chuvas de primavera” iniciaram no mês de outubro com quantidades pluviométricas variando entre 12 mm a 64 mm. A precipitação foi frequente no início do mês de outubro e depois prevaleceram períodos de estiagem superior a 10 dias e posteriormente episódio pluvial intenso (64 mm), intercalados de dias com ausência de chuva e dias com baixa quantidade pluviométrica (Figura 57).

Figura 57 – Gráfico de Precipitação diária – outubro (1970)



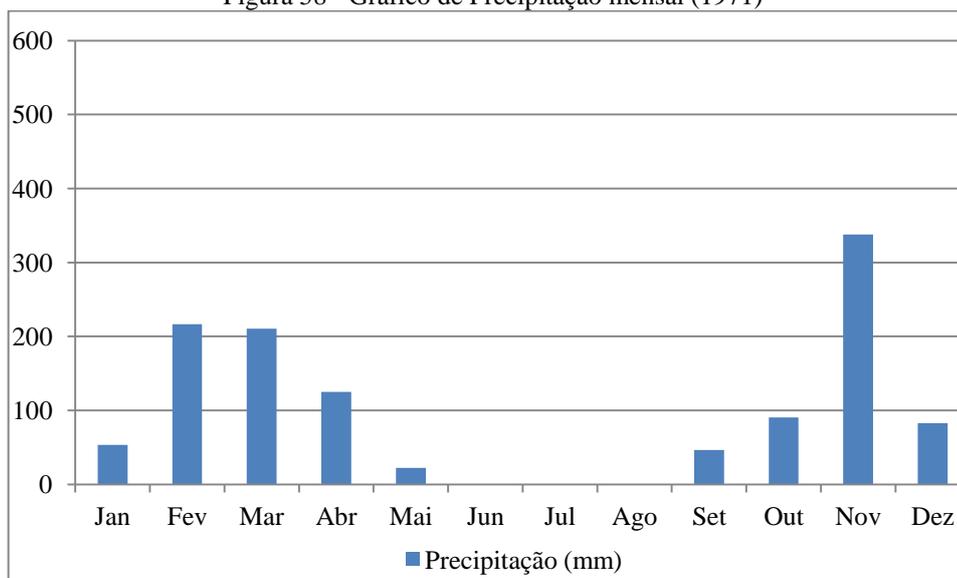
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

1971

Nesse período os totais pluviométricos atingiram 1.185 mm e cerca de 65% do regime pluviométrico se concentrou em novembro (337 mm), fevereiro (217 mm) e março (210 mm). Os meses de janeiro, maio, setembro e outubro apresentam volumes de precipitação abaixo de 100 mm. Assim como o ano anterior, o mês de dezembro apresentou desprezível regime pluviométrico atingindo totais de 82 mm (Figura 58).

Figura 58 - Gráfico de Precipitação mensal (1971)

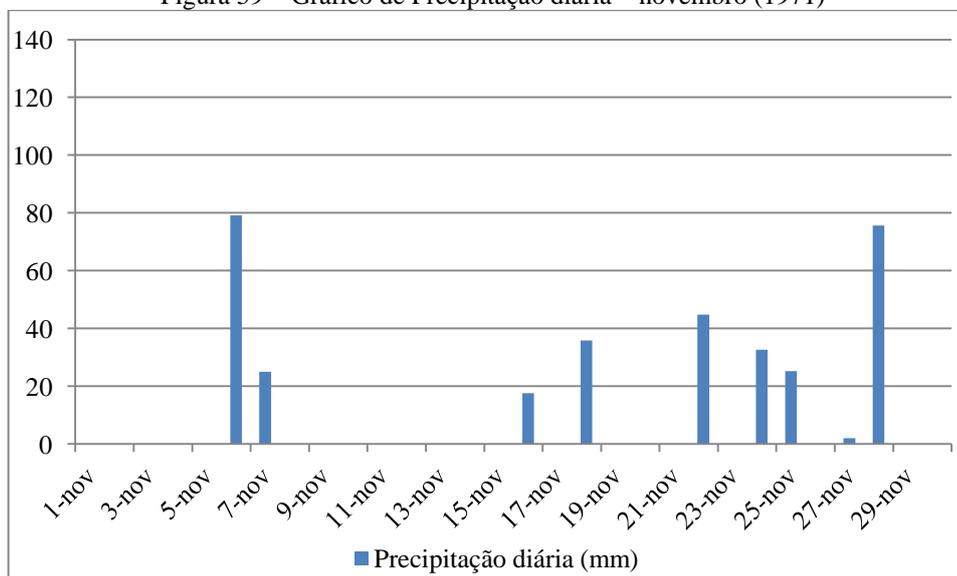


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

No mês de novembro a quantidade pluviométrica apresentou irregular distribuição durante o mês, havendo episódios de estiagem que durou entre 6-9 dias e foram intercalados com períodos intensos de chuva. (Figura 59).

Figura 59 – Gráfico de Precipitação diária – novembro (1971)



Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

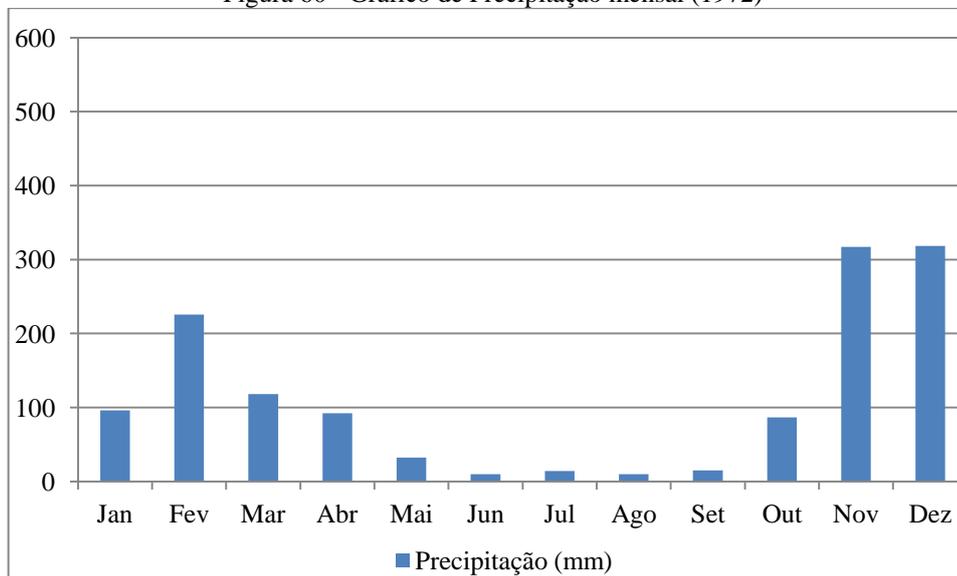
Fonte: SUDENE

1972

A dinâmica pluviométrica de 1972 foi caracterizada por excepcionalidades no ritmo e regime pluviométrico, visto que, ocorreram precipitações rarefeitas (10 a 14 mm) na estação de inverno (não é habitual). Trata-se de um comportamento pluviométrico que diferiu dos anos anteriores, devido à ocorrência de chuva em todos os meses do ano (Figura 60). Ao

oposto do ano anterior, o mês de dezembro teve maior volume de chuva e atingiu totais pluviométricos em torno de 328 mm. Em 1972, os totais de pluviosidade atingiram 1.335 mm.

Figura 60 - Gráfico de Precipitação mensal (1972)

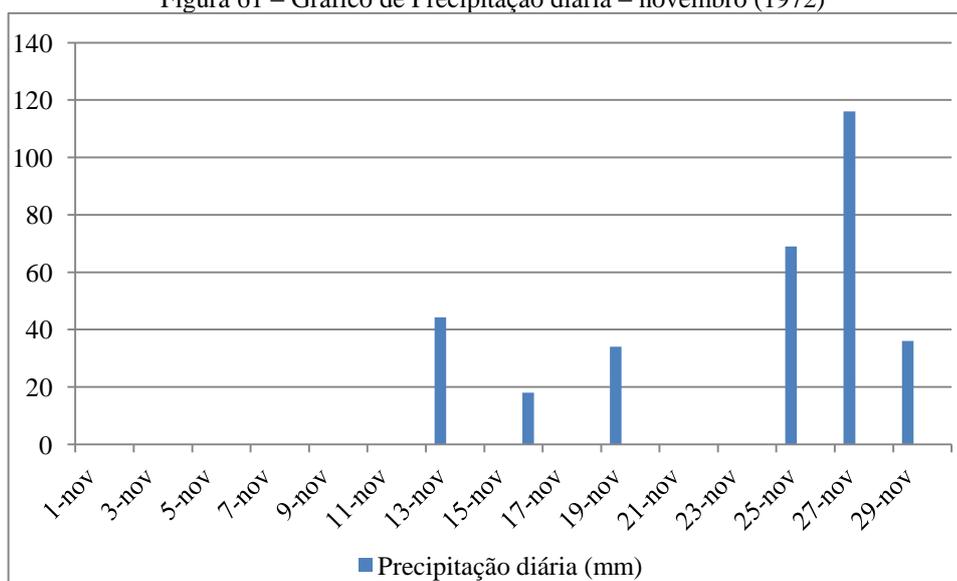


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

A tabulação e análise dos dados diários dos meses de maior intensidade pluviométrica (N-D) possibilitou identificar a presença de eventos extremos. Em novembro, a frequência da chuva foi distribuída em 6 dias, havendo dias com totais máximos de 116 mm e mínimos de 18 mm (Figura 61).

Figura 61 – Gráfico de Precipitação diária – novembro (1972)

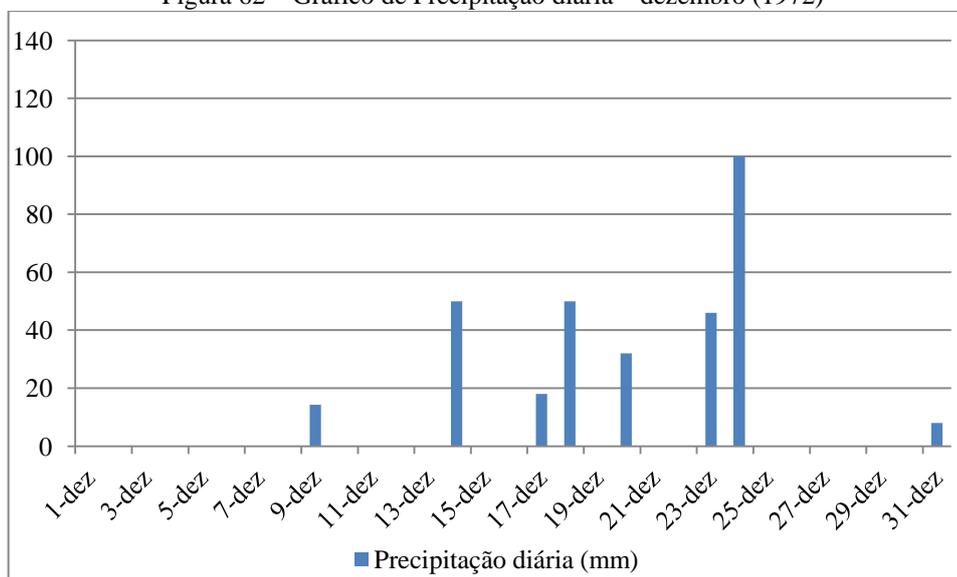


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Dezembro foi caracterizado por dias com ausência de chuva no início do mês, havendo episódios pluviométricos elevados com total máximo que atingiu 100 mm e dias com regime pluviométrico inferior a 20 mm (Figura 62).

Figura 62 – Gráfico de Precipitação diária – dezembro (1972)



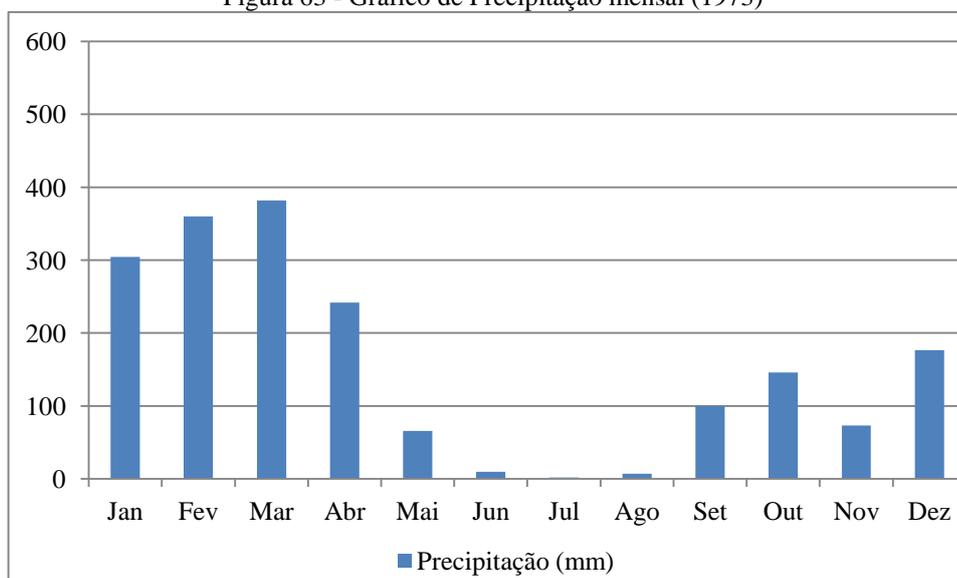
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

1973

Nesse período o regime pluviométrico atingiu totais de 1.867 mm, sendo o ano mais chuvoso da série-temporal. Em relação aos anos anteriores, foi um ano atípico, pois o volume pluvial apresentou regime excepcional fora dos padrões habituais. As chuvas foram distribuídas entre setembro-maio com baixos volumes em junho e agosto (Figura 63).

Figura 63 - Gráfico de Precipitação mensal (1973)



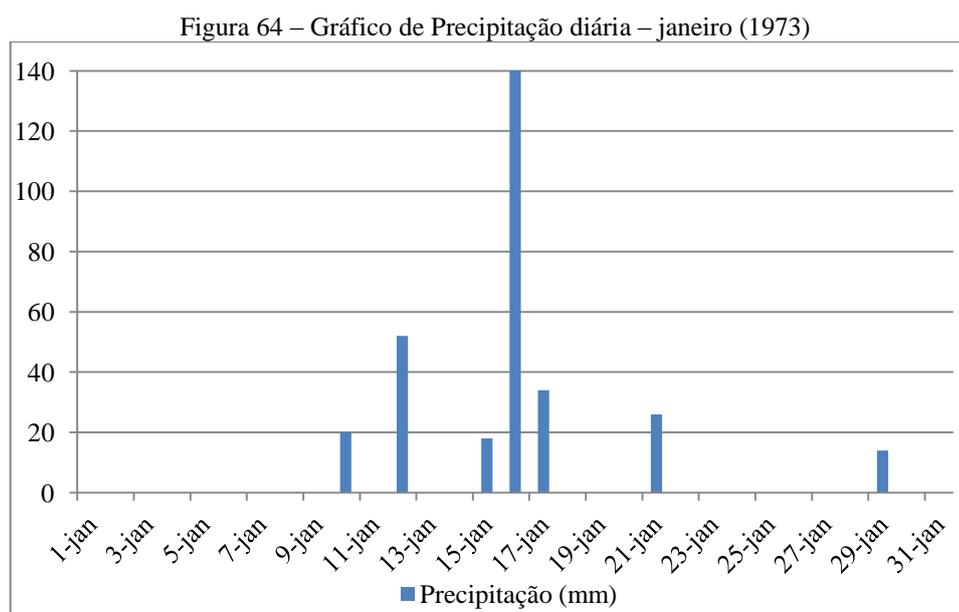
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Em 1973, cerca de 70% do regime pluviométrico foi concentrado no período de janeiro-abril, com totais superiores a 300 mm. Nesse período, a dinâmica pluviométrica foi caracterizada por um curto período de estiagem com a ocorrência de chuvas rarefeitas em junho (10 mm) e agosto (7 mm) e ausência total de chuva no mês de julho.

A obtenção dos dados diários dos meses de maior intensidade pluviométrica (J-F-M-A) e dos meses (S-O) em que se iniciam as primeiras chuvas (após a estiagem) e permitiu identificar a presença de eventos extremos, ou seja, dias com elevada intensidade das chuvas em curto período de tempo.

O mês de janeiro apresentou chuvas extremamente intensas com volumes que atingiram 140 mm em 24h. Nesse período, a precipitação foi distribuída em apenas em 6 dias,. Até a presente análise pluviométrica, foi o mês em que se apresentou o maior acumulado de chuva em 24 hs (Figura 64).

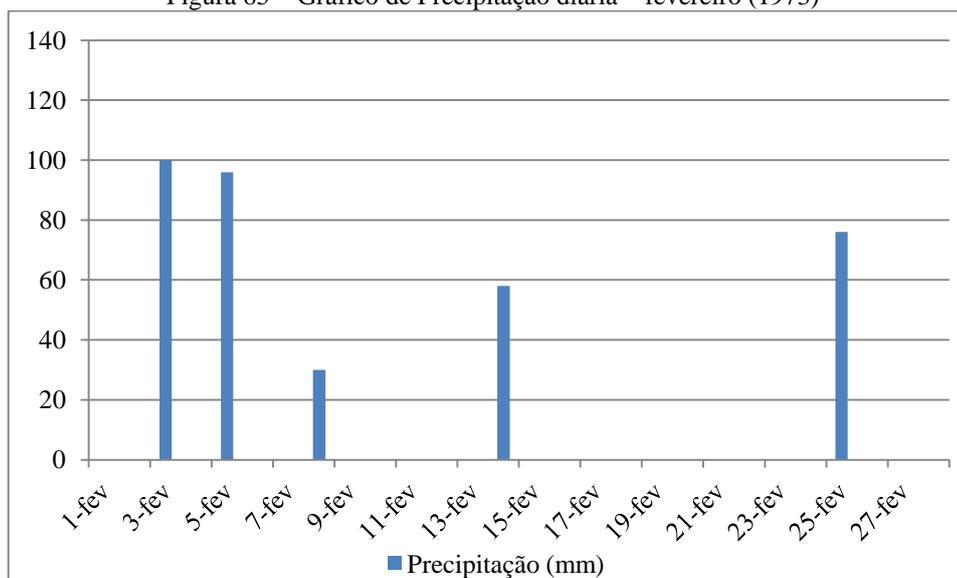


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Em fevereiro, a dinâmica pluviométrica foi semelhante ao mês de janeiro: chuvas distribuídas de forma irregular, havendo episódios de chuva intensa intercalados com períodos de estiagem (Figura 64). O número de dias com chuva foi equivalente há 5 dias com totais pluviométricos variando de 30 a 100 mm encaixados em dias com ausência de chuva.

Figura 65 – Gráfico de Precipitação diária – fevereiro (1973)

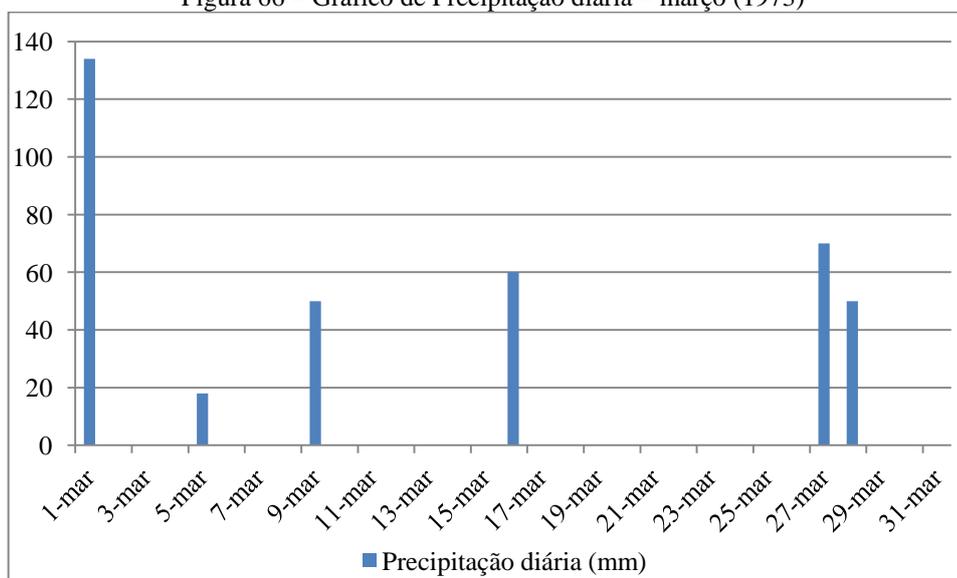


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

O mês de março registrou a maior quantidade pluviométrica e novamente a distribuição da chuva ocorreu em apenas 6 dias, havendo episódios com totais máximas de 134 mm e vários dias com regime pluvial acima de 50 mm. A frequência das chuvas acompanhou o ritmo dos meses de janeiro e fevereiro, no qual, o número de dias com chuva corresponderam entre 5-6 dias (Figura 66).

Figura 66 – Gráfico de Precipitação diária – março (1973)

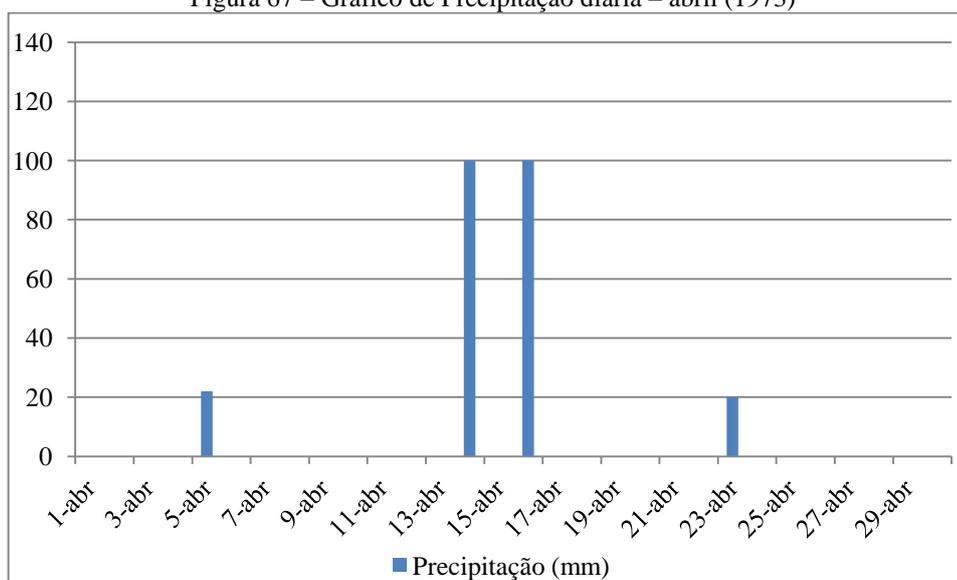


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

A dinâmica pluviométrica do mês de abril foi caracterizada por episódios intensos de chuva com volumes que atingiram 100 mm e havendo dias com pluviosidade moderada em torno de 20 mm (Figura 67).

Figura 67 – Gráfico de Precipitação diária – abril (1973)

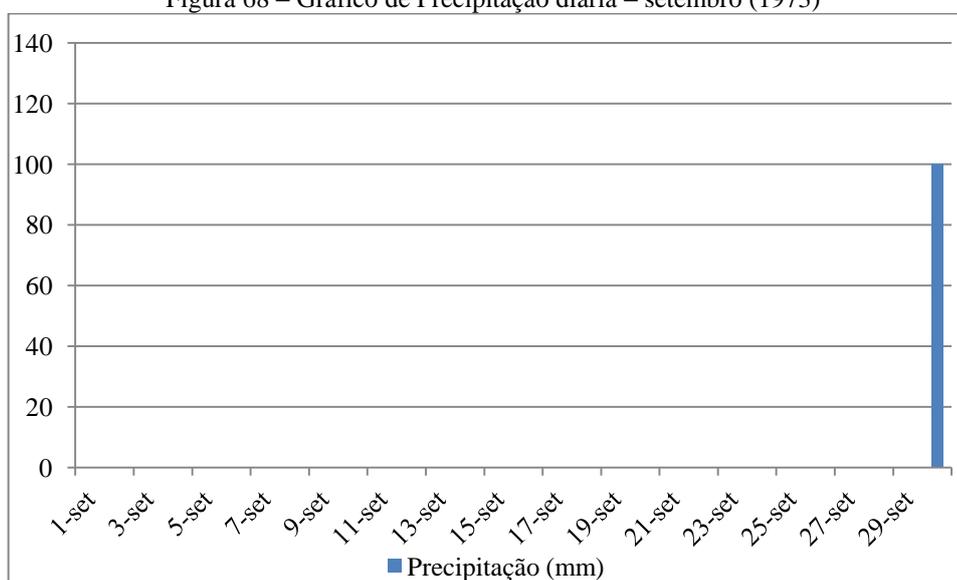


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Após o período da estiagem que durou três meses, a primeira chuva de primavera ocorrida no mês de setembro (30/09) atingiu volume pluviométrico de 100 mm (Figura 68).

Figura 68 – Gráfico de Precipitação diária – setembro (1973)



Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

No tocante ao quadro climático, ainda que o período seco possa ter permanecido durante apenas três meses, as características climáticas da região, bem como a forte radiação solar (baixa latitude), a elevada evaporação e evapotranspiração, ação dos ventos que durante a estiagem são quentes e secos com forte poder de desidratação e remoção de partículas de solo, são fatores que contribuem para modificar as condições ambientais da paisagem.

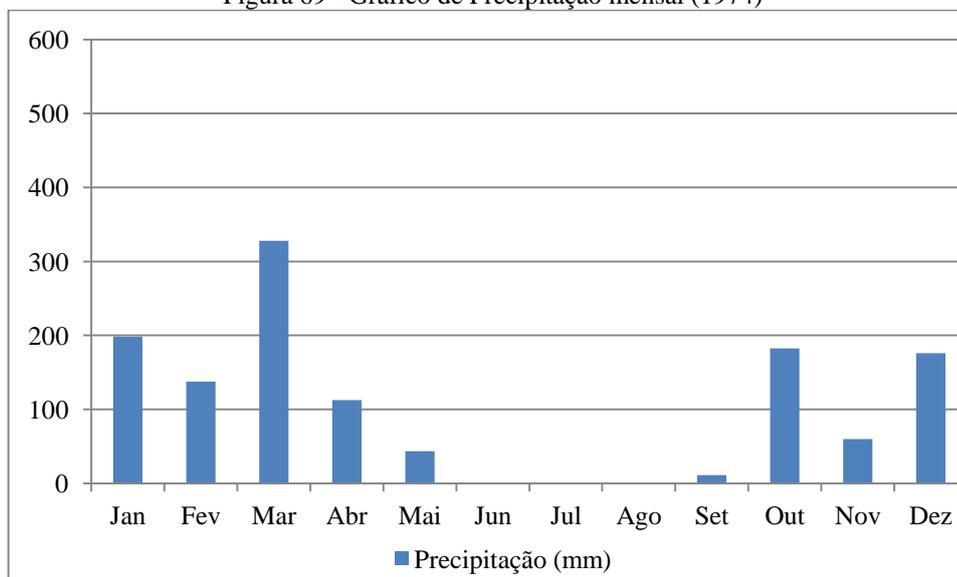
Desta forma, uma quantidade pluviométrica extremamente elevada como foi registrada no dia 30 de setembro (100 mm) obviamente acarreta transformações na paisagem (solos, vegetação, relevo e corpos hídricos) potencializando processos de escoamento superficial, pois em condições de suscetibilidade (solo ressecado, vegetação degradada, rampas longas) a ocorrência de episódios intensos de chuva, conseqüentemente a paisagem não consegue oferecer sustentação/equilíbrio, tornando vulnerável aos eventos pluviométricos intenso-concentrados, pois se trata de características pluviométricas (quantidade/volume) que é superior a capacidade de suporte do ambiente.

Nesse período, com regime excepcional, a análise diária dos meses de maior intensidade pluviométrica contribuiu para compreender a variabilidade pluvial da área de estudo. Assim, a análise indicou as seguintes características: a) dias com ausência de chuva num período prolongado; b) dias de chuva intensa intercalados com episódios de estiagem; c) dias com elevada intensidade das chuvas em curto período de tempo;

1974

A dinâmica desse período foi caracterizada pela distribuição desigual dos regimes de precipitação durante o ano, ocorrendo principalmente “variações” na quantidade pluviométrica (Figura 69). Nesse período, os totais atingiram 1.249 mm.

Figura 69 - Gráfico de Precipitação mensal (1974)

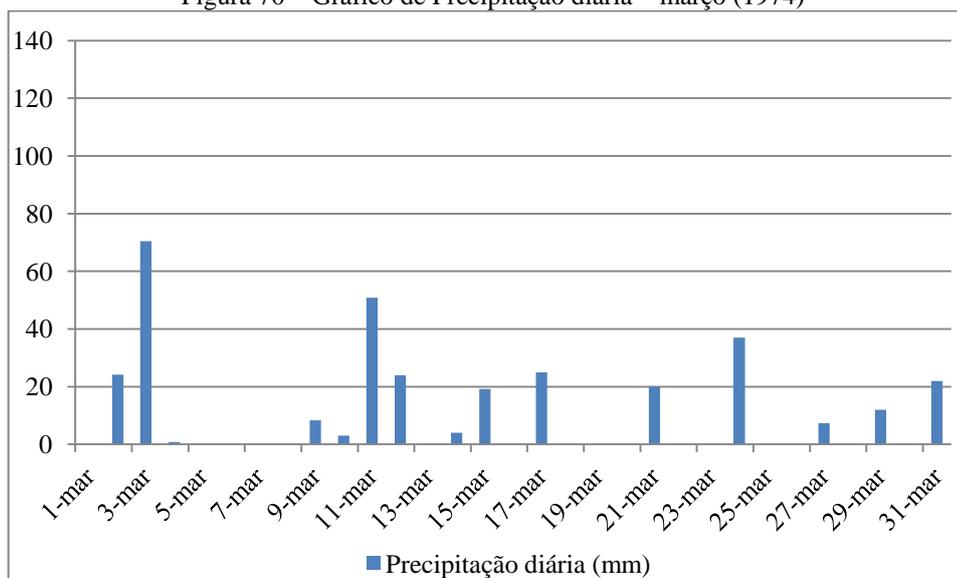


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

O regime pluviométrico diário do mês de março apresentou totais variando entre 70 mm (máximo) e 3 mm (mínimo). Nesse período, foram registrados vários dias com chuvas fracas e moderadas e a frequência pluviométrica foi superior a 15 dias (Figura 70).

Figura 70 – Gráfico de Precipitação diária – março (1974)

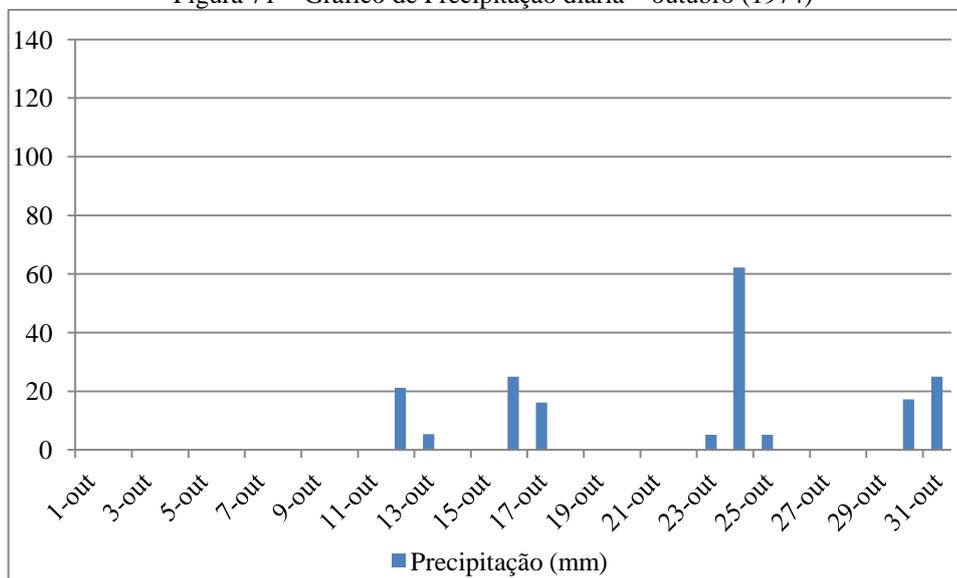


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Em outubro ocorreram as primeiras “chuvas de primavera” com baixos e moderados volumes de precipitação, havendo frequentemente dias com quantidade pluvial inferior a 25 mm e apenas um dia o volume de chuva atingiu acima de 60 mm (Figura 71).

Figura 71 – Gráfico de Precipitação diária – outubro (1974)



Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

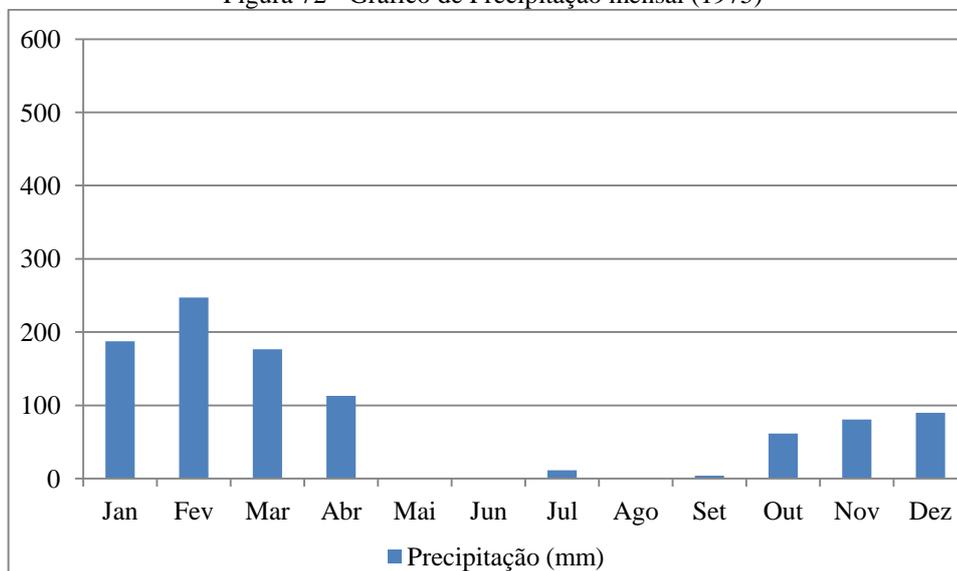
Fonte: SUDENE

1975

A fase pluvial desse período foi caracterizada pela variabilidade pluviométrica, apresentando baixos volumes pluviais em novembro e dezembro. O regime pluvial foi concentrando entre janeiro-abril e o período seco teve abrangência entre maio a setembro e

uma quantidade desprezível de precipitação no mês de julho (Figura 72). Os totais pluviométricos de 1975 atingiram 972 mm.

Figura 72 - Gráfico de Precipitação mensal (1975)

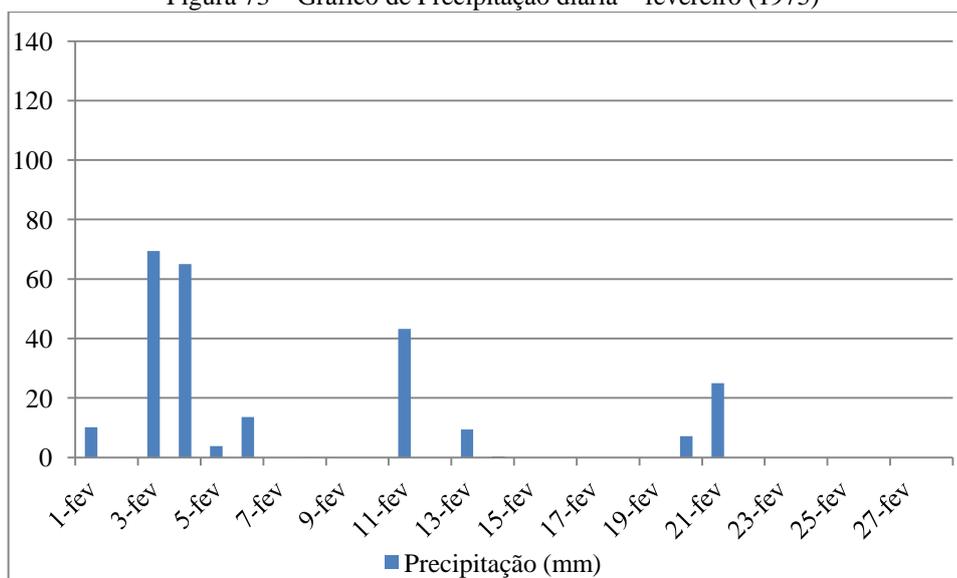


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Em fevereiro as chuvas atingiram totais superiores a 60 mm e outros dias com regimes inferiores a 40 mm. No que se refere à distribuição, as chuvas ocorreram com maior frequência no início do mês, após esse episódio, tiveram distribuição irregular (Figura 73).

Figura 73 – Gráfico de Precipitação diária – fevereiro (1975)



Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

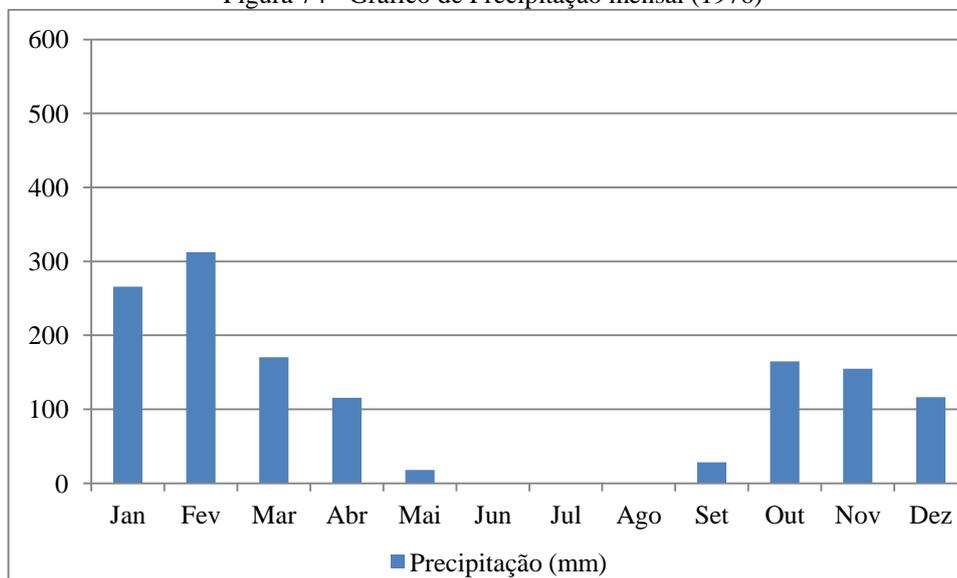
Fonte: SUDENE

1976

Nesse período os totais pluviométricos atingiram 1.347 mm. Os maiores volumes ocorreram em janeiro e fevereiro. Ao contrário do ano anterior, os meses de O-N-D atingiram

volumes pluviais bem mais elevados. O período seco durou 3 meses e as chuvas foram antecipadas em setembro aumentando seu regime em outubro (Figura 74).

Figura 74 - Gráfico de Precipitação mensal (1976)

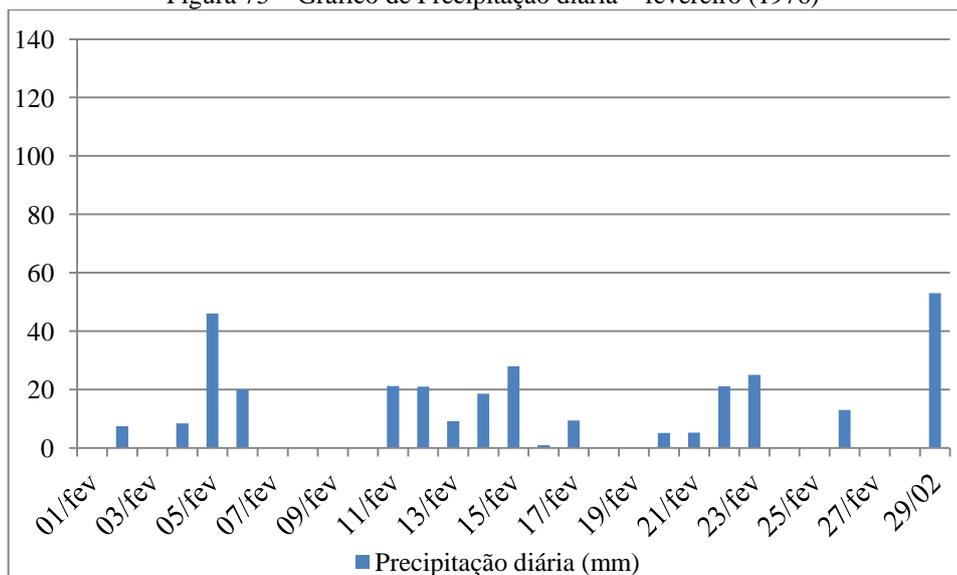


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Em fevereiro, as chuvas foram bem distribuídas atingindo volumes entre baixa e moderada quantidade pluviométrica. Nesse período, não se verificou muitos dias com chuvas intensas, o total máximo atingiu 53 mm, havendo vários dias com quantidade pluvial abaixo de 20 mm (Figura 75).

Figura 75 – Gráfico de Precipitação diária – fevereiro (1976)

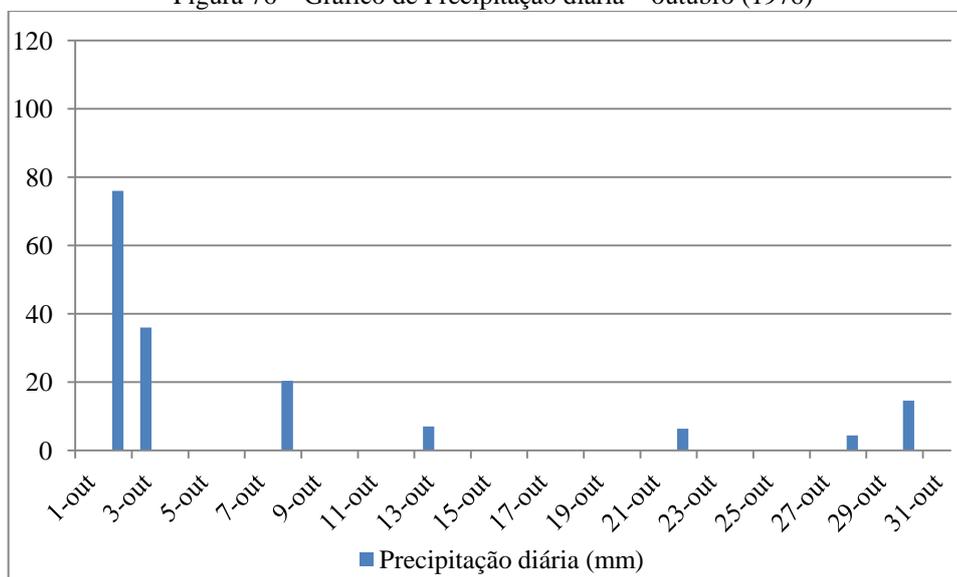


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Após as fracas chuvas de primavera de setembro, em outubro a precipitação começou com volumes que atingiram 76 mm a 36 mm e posteriormente apresentaram episódios de estiagem intercalados com baixos volumes pluviométricos (Figura 76).

Figura 76 – Gráfico de Precipitação diária – outubro (1976)



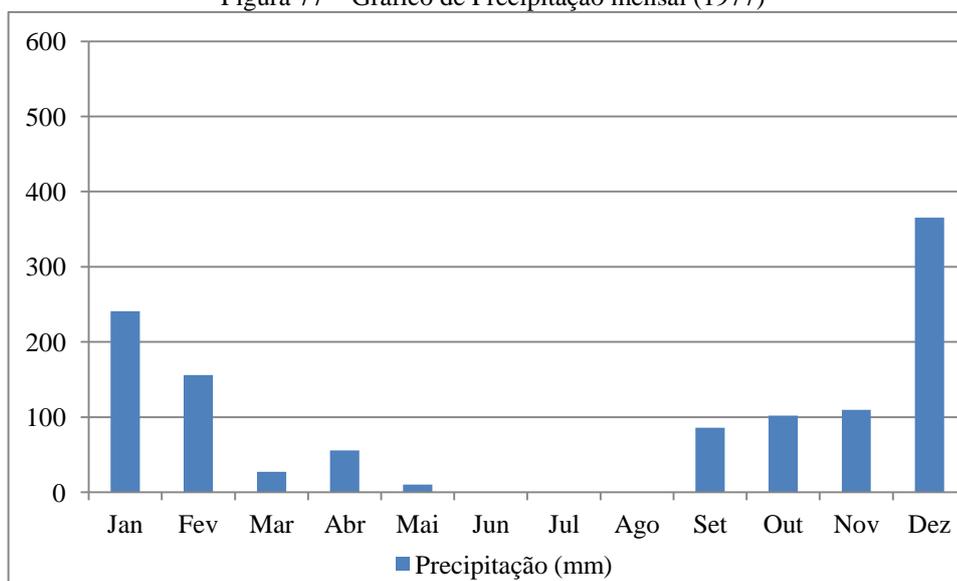
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

1977

Em 1977 os totais pluviométricos atingiram 1.153 mm e cerca de 52% desse regime ocorreu em dezembro e janeiro. Nesse período o regime e ritmo apresentou diferenças com o ocorrido em 1977. O mês de dezembro apresentou o maior volume de precipitação e por outro lado março e abril atingiram totais de precipitação abaixo de 50 mm (Figura 77).

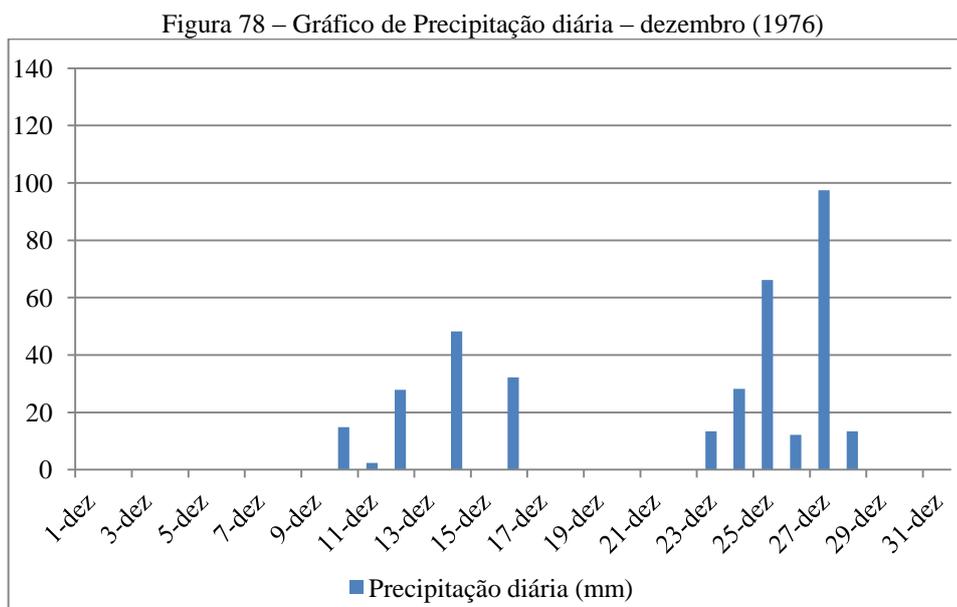
Figura 77 – Gráfico de Precipitação mensal (1977)



Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

A dinâmica pluvial do mês de dezembro foi definida pela ausência de precipitação num período de 9 dias (início do mês) intercalados com episódios fracos a moderados de chuva e posteriormente ocorrência de um aumento significativo na frequência e dos volumes de precipitação, onde os totais pluviométricos atingiram quantidade de 231 mm distribuídos em apenas 6 dias (Figura 78).

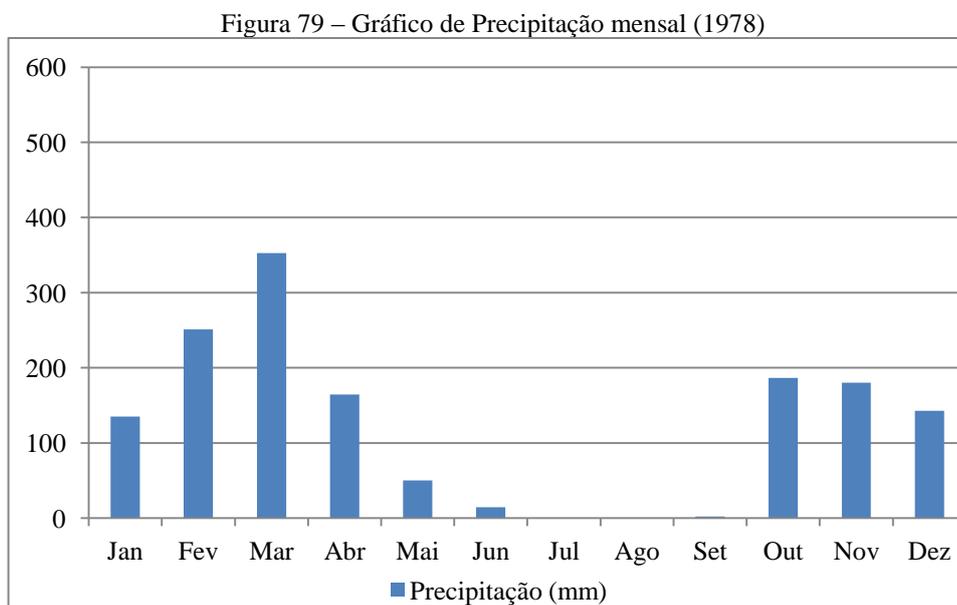


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

1978

Em 1978, os totais de pluviosidade atingiram 1.477 mm. A dinâmica pluviométrica entre janeiro a maio ocorreu em forma de pirâmide, onde se tem um aumento significativo na quantidade pluviométrica e depois um declínio de precipitação (Figura 79).

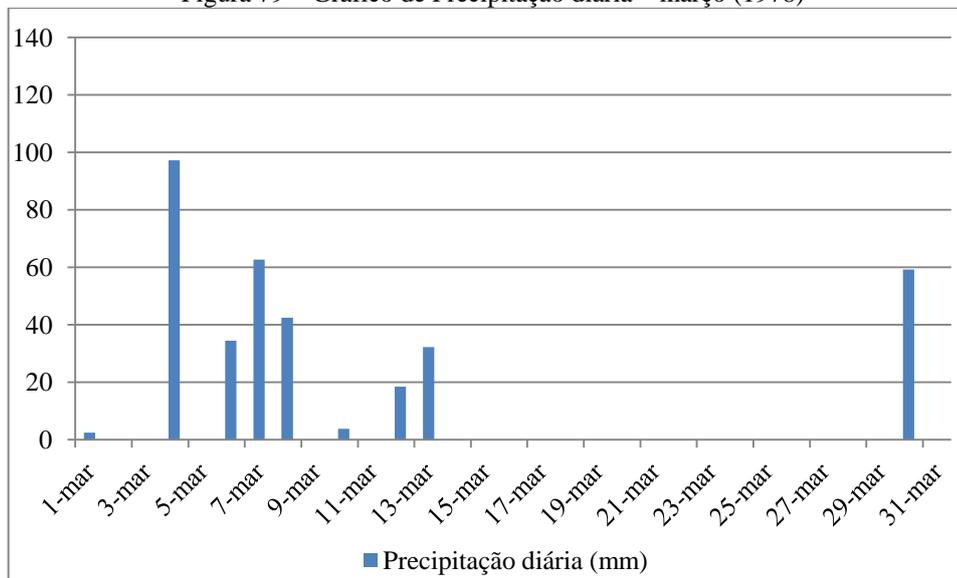


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

As precipitações que ocorrem em março (Figura 79) teve boa frequência até o dia 13/03, após esse período, houve 16 dias com ausência de chuva e retorno no dia 30/03 (60 mm). No que se refere ao regime, teve dias com intensidades pluviométricas elevadas acima de 60 mm (04 e 07/03).

Figura 79 – Gráfico de Precipitação diária – março (1978)

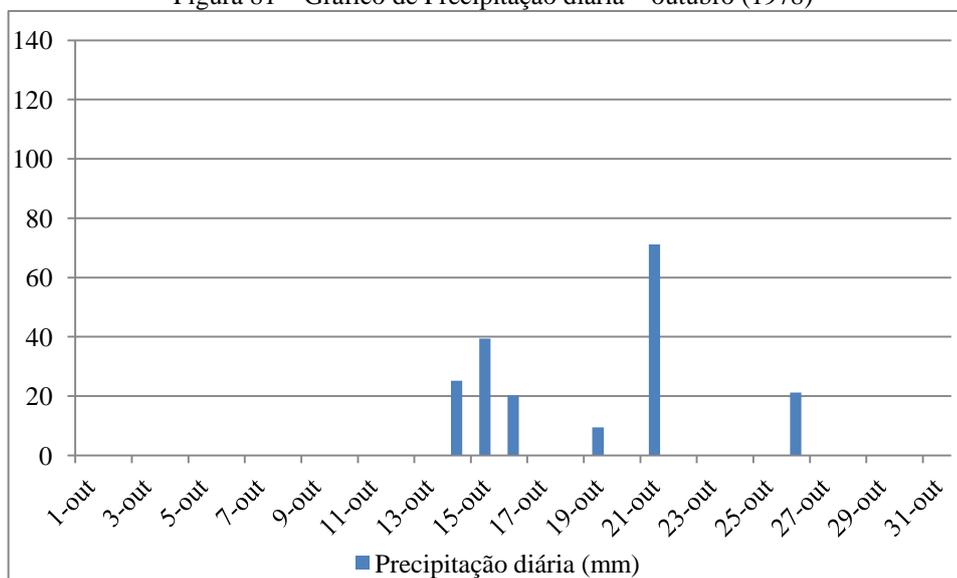


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Embora o mês de outubro possa ter atingido volumes de precipitação em torno de 186 mm, não apresentou muitos dias com regimes intensos de chuvas. Após as primeiras chuvas que atingiram totais entre 9 a 40 mm, o maior volume de pluvial atingiu 71 mm (Figura 81).

Figura 81 – Gráfico de Precipitação diária – outubro (1978)



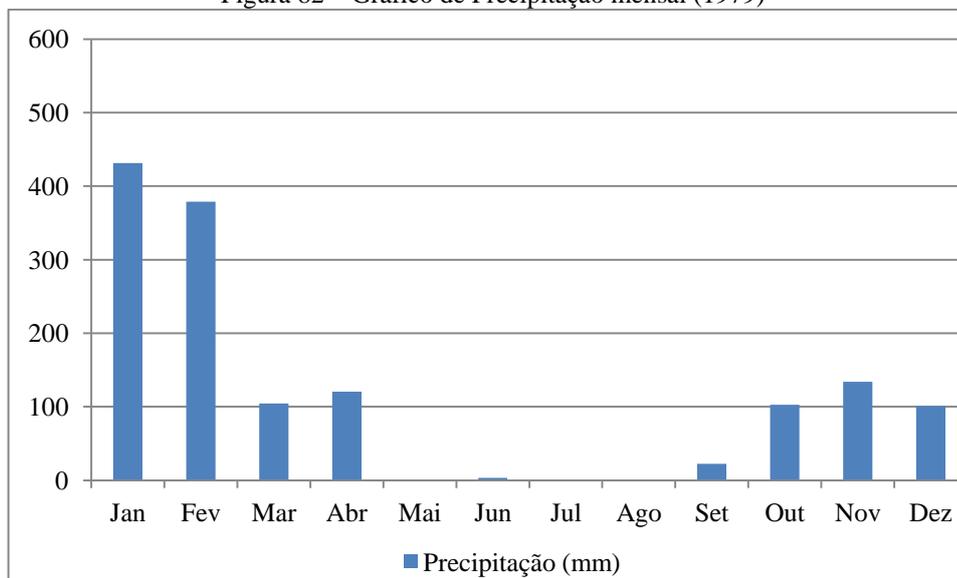
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

1979

A fase pluvial de 1979 atingiu totais pluviométricos de 1.400 mm e cerca de 58% desse regime foi concentrado em janeiro e fevereiro os demais meses atingiram volumes de precipitação inferiores a 133 mm (Figura 82).

Figura 82 – Gráfico de Precipitação mensal (1979)

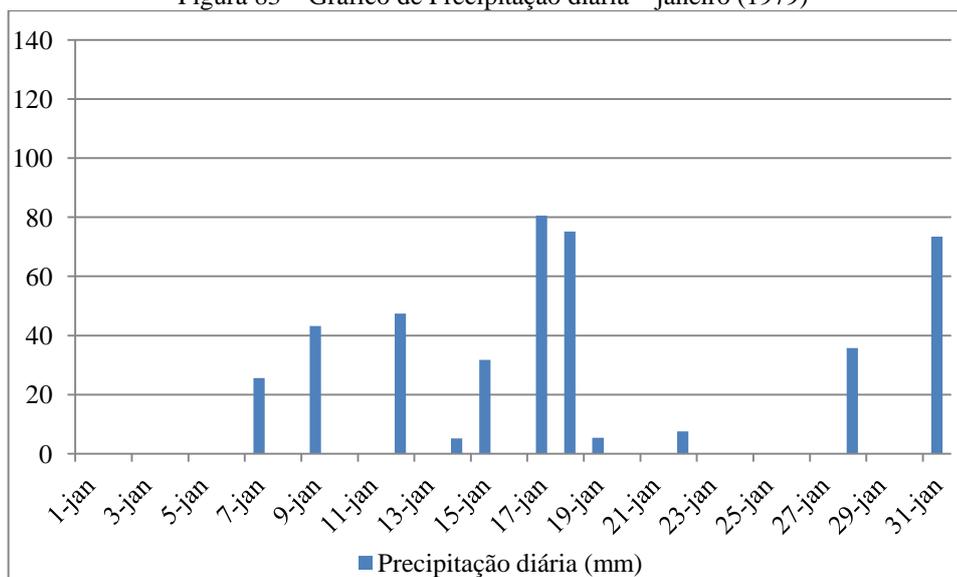


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

A quantidade pluviométrica elevada ocorrida em janeiro ocasionou episódios intensos de chuva, distribuídos em vários dias e em alguns foram simultâneos (17/01 e 18/01), havendo dias com precipitação variando entre baixa e moderada quantidade (Figura 83).

Figura 83 – Gráfico de Precipitação diária – janeiro (1979)

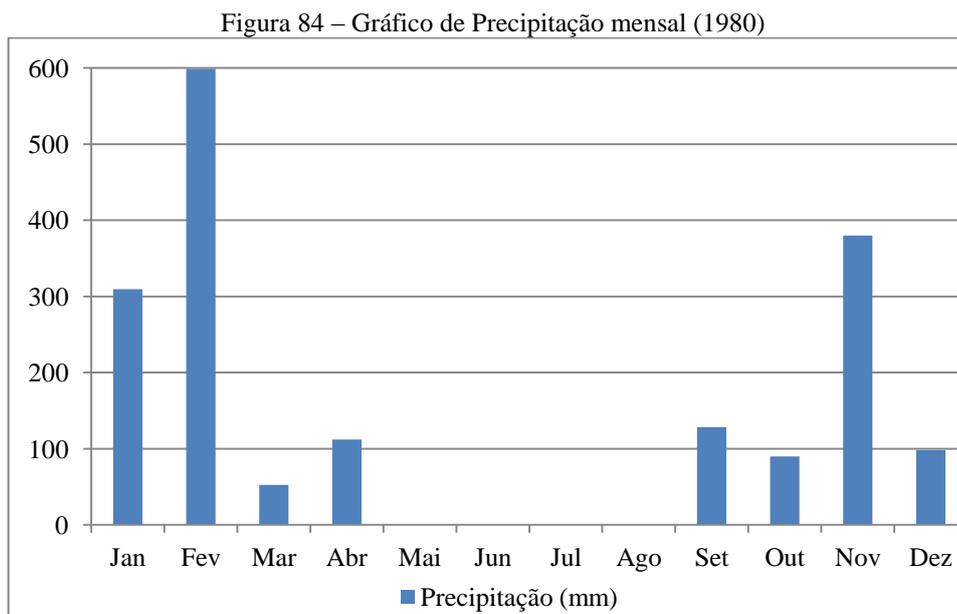


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

1980

Em 1980, verifica-se a existência de variabilidade do regime pluviométrico e também excecionalidades no ritmo. Nesse período, os totais atingiram 1.717 mm e 75% da distribuição dessa quantidade de chuva se acumulou em janeiro, fevereiro e novembro. No mês de setembro foi registrado um volume significativo de chuva, assim o período seco foi encurtado e durou 4 meses (Figura 84).

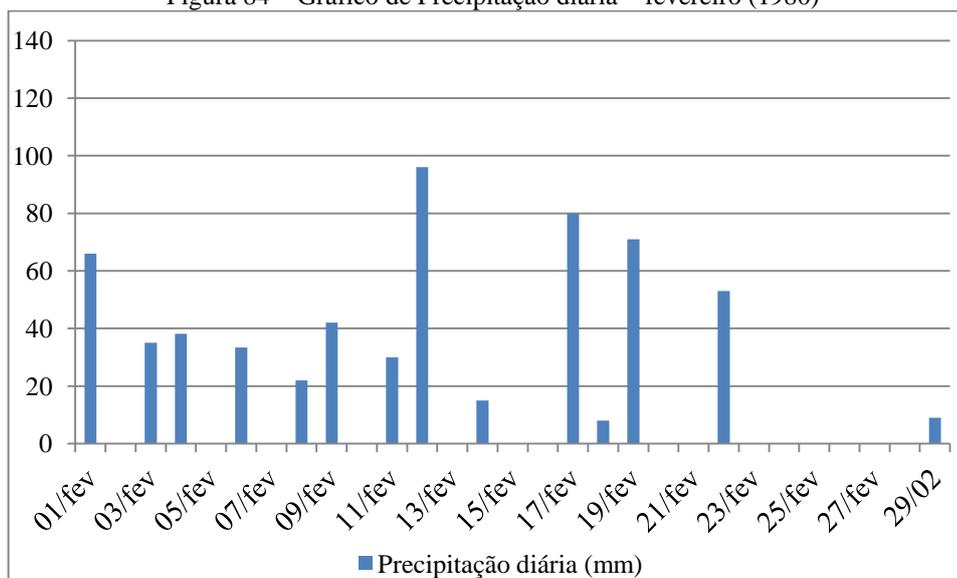


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

O mês de fevereiro apresentou volumes diários de precipitação elevados, isso ocasionou uma frequência pluviométrica com vários dias de chuva com intensidades superiores a 50 mm, havendo também dias com chuvas moderadas. A distribuição das chuvas intensas em fevereiro ocorreu de forma intercalada com períodos curtos de estiagem, existindo episódios de estiagem que durou 7 dias (Figura 84).

Figura 84 – Gráfico de Precipitação diária – fevereiro (1980)

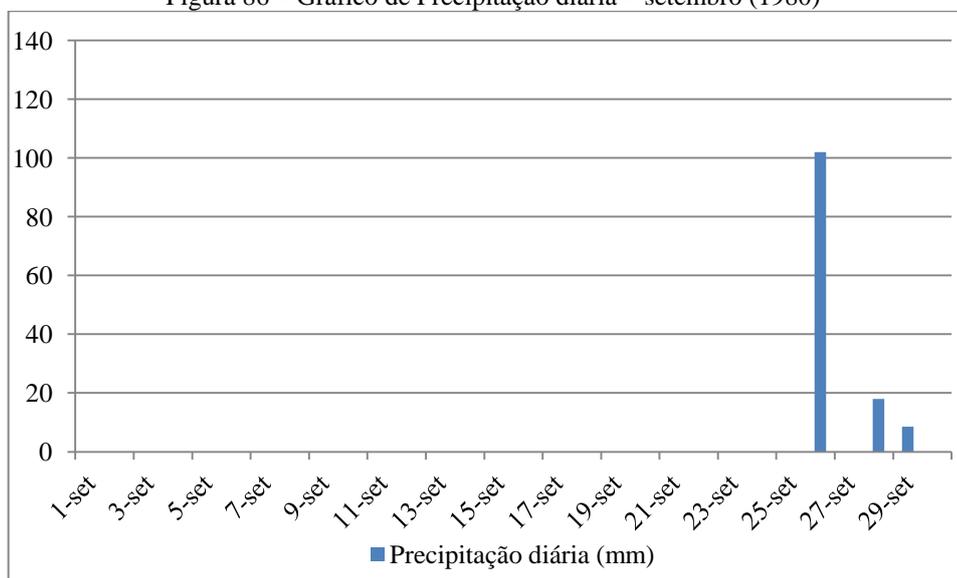


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Após a estiagem que durou 4 meses, a primeira chuva de primavera ocorrida no final de setembro (Figura 86) atingiu quantidade pluviométrica elevada (102 mm). Isso demonstra, mais uma vez, que as primeiras chuvas, após o período seco são extremamente enérgicas e potencializam os processos erosivos do solo na área de estudo.

Figura 86 – Gráfico de Precipitação diária – setembro (1980)



Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

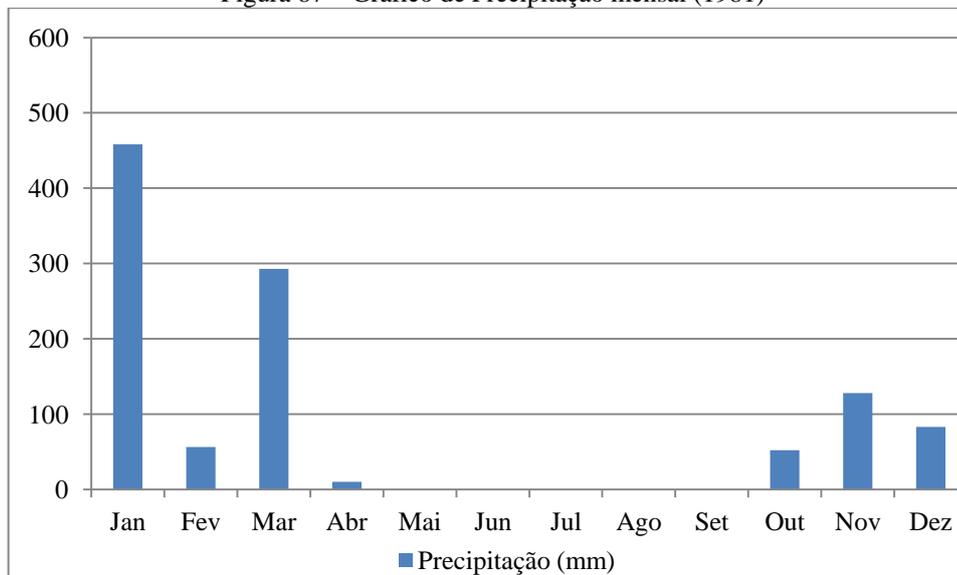
Fonte: SUDENE

1981

Nesse período, os totais pluviométricos atingiram 1.080 mm, sendo caracterizado pela concentração de chuva, ou seja, 70% do volume pluvial ocorreu em janeiro e março. Já os outros meses a precipitação foi inferior a 128 mm. O período seco durou 6 meses,

ocorrendo baixo volume de chuva em abril e outubro e também . No que se refere a excepcionalidade do regime é interessante destacar - em relação ao ano passado - os volumes pluviométricos dos meses de fevereiro e novembro que foram inferiores a 128 mm , ou seja, o volume de chuva pode ter variações diferentes que o ano seguinte.

Figura 87 – Gráfico de Precipitação mensal (1981)

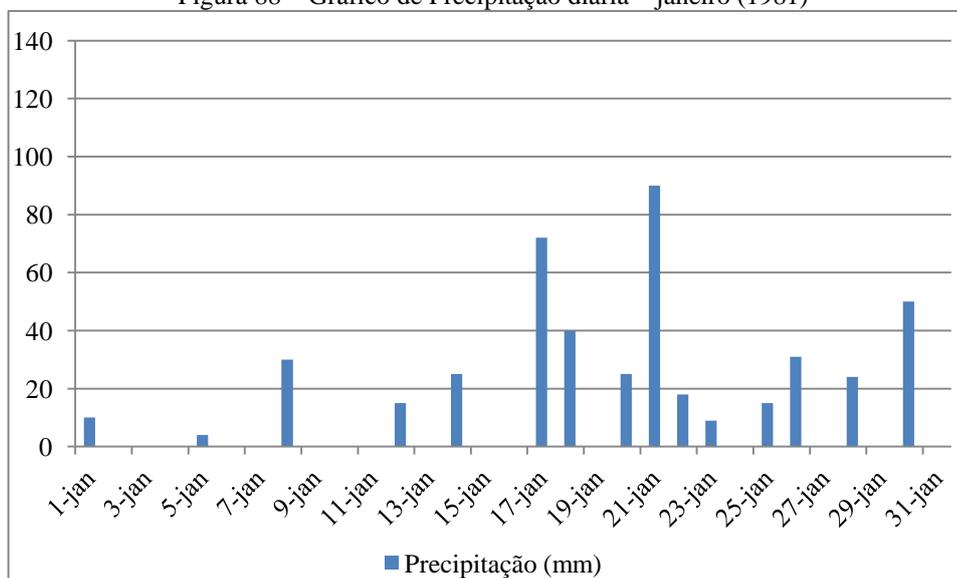


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Em janeiro as chuvas apresentaram distribuição irregular, havendo dias com ausência de chuva que foram intercalados com fraco e moderados episódios pluviométricos. Após o dia 17/01 as chuvas começaram a se tornar mais frequentes e adquirir quantidades mais elevadas com totais (máximos) que atingiram 90 mm (Figura 88).

Figura 88 – Gráfico de Precipitação diária – janeiro (1981)



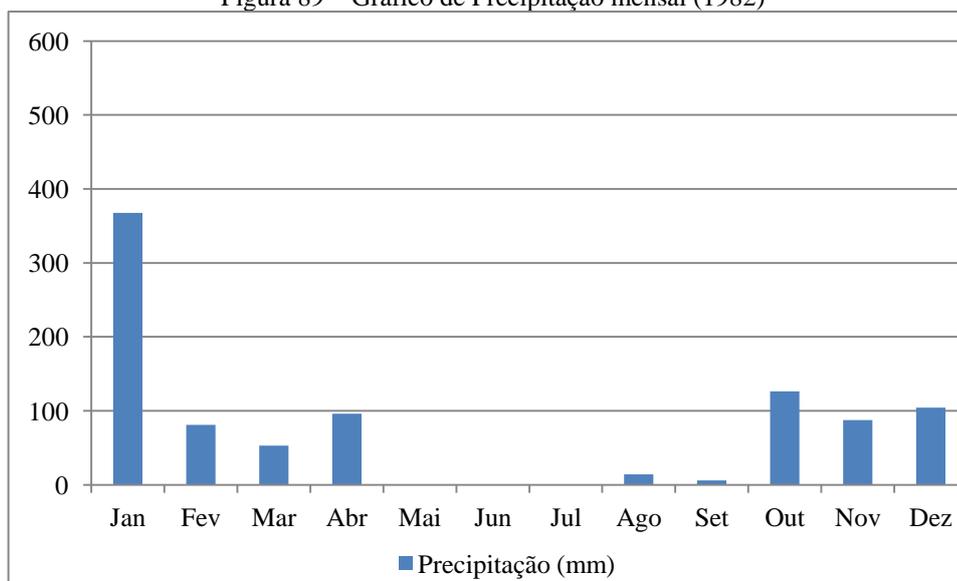
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

1982

Nesse período a precipitação ocorreu de forma excepcional e irregular, pois em meses considerados chuvosos (fevereiro, novembro e dezembro) a quantidade pluviométrica não atingiu volumes significativos. Ocorreram chuvas rarefeitas em agosto e setembro. Em 1982 o regime pluvial alcançou totais de 938 mm (Figura 89).

Figura 89 – Gráfico de Precipitação mensal (1982)

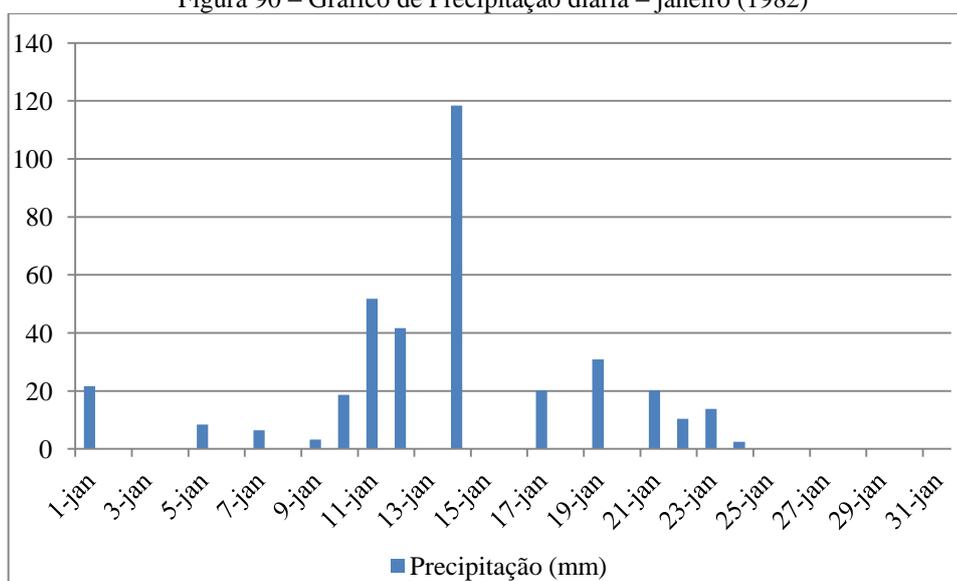


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Em janeiro, houve vários dias com episódios fracos e moderados de chuvas, existindo também eventos com precipitação elevada atingindo 118 mm (Figura 90).

Figura 90 – Gráfico de Precipitação diária – janeiro (1982)



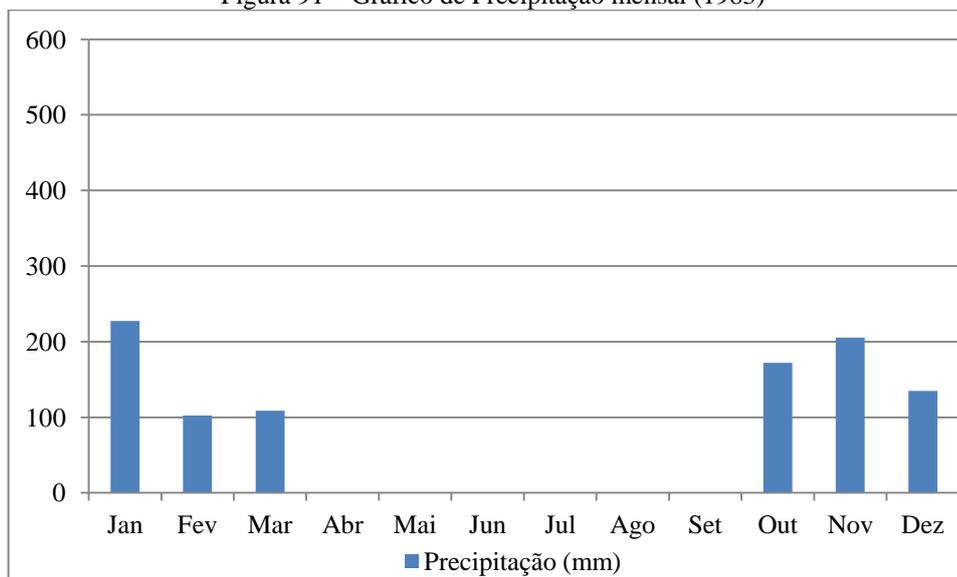
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

1983

A dinâmica pluviométrica de 1983 foi caracterizada por regimes mensais que variaram de 227 a 102 mm. O período seco durou 6 meses e as chuvas iniciaram em outubro com totais relativamente “elevados”. Nesse período, o total anual atingiu 951 mm (Figura 91).

Figura 91 – Gráfico de Precipitação mensal (1983)

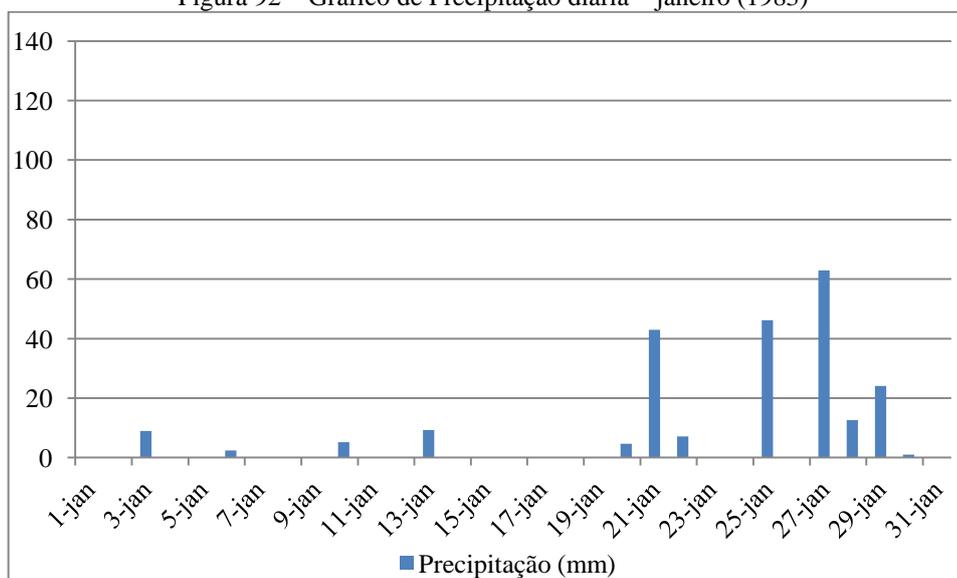


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Em janeiro, a maioria dos dias apresentaram episódios fracos e moderados de chuvas intercalados com vários períodos de estiagem. Houve também eventos com precipitação superior a 46 mm (Figura 92).

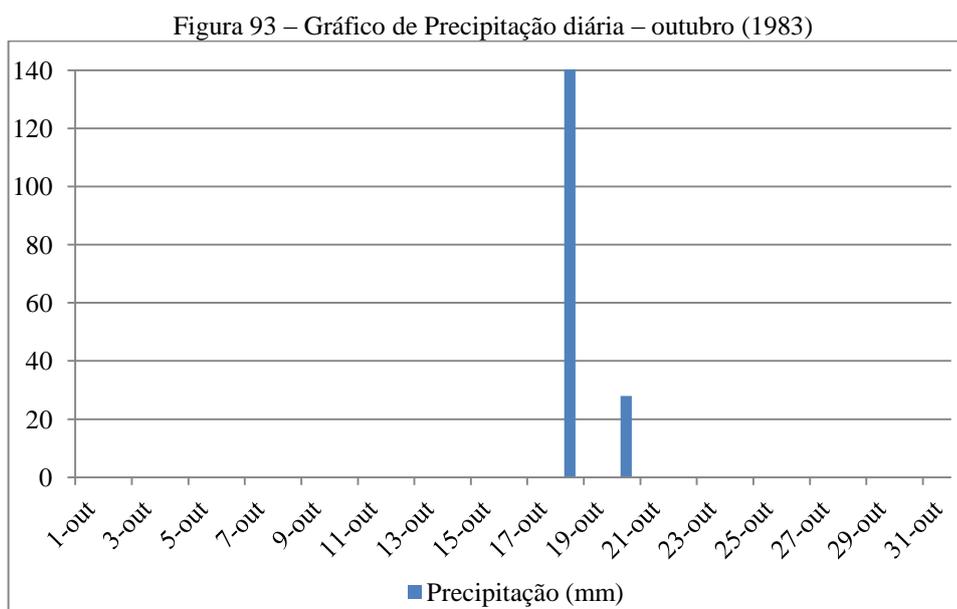
Figura 92 – Gráfico de Precipitação diária – janeiro (1983)



Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Após o período de estiagem que durou 6 meses (abril – setembro), a primeira chuva que ocorreu em outubro atingiu quantidade elevada 144 mm (Figura 93). Essa quantidade é extremamente capaz de alterar as características e até mesmo modificar as condições dos elementos da paisagem, bem como os solos areno-argilosos que estão ressecados devido o período prolongado da estiagem.



Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

No caso específico da área de estudo, nesse período, fatores como a intensa radiação solar, com consequentes altas temperaturas, alteram as características ambientais da paisagem deixando principalmente o solo e vegetação ressecada. Portanto, trata-se de uma época em que a vegetação composta de gramíneas e herbáceas está degradada e não oferece proteção ao solo que se encontra demasiadamente seco (Figura 94) devido às características climáticas. Para esse período, consequentemente essa quantidade de chuva pode potencializar os processos de escoamento superficial em função das características geomorfológicas (comprimento da vertente) acelerando a dinâmica dos processos erosivos no solo.

Figura 93 – Paisagem de Gilbués no período Seco (Agosto)

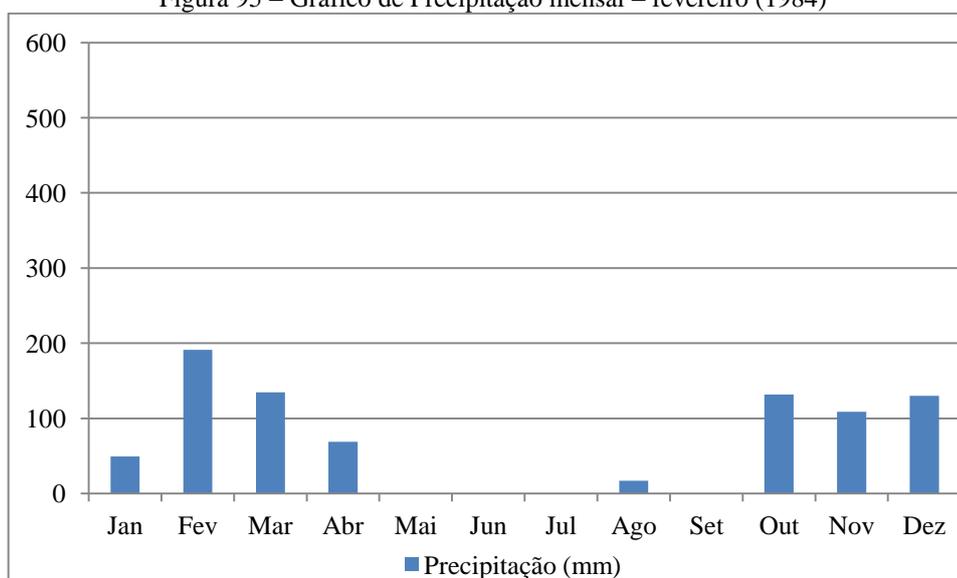


Fonte: Ivamauro Ailton de Sousa Silva, 2013

1984

Os volumes de precipitação nesse período atingiram totais de 831 mm, sendo definido como um dos anos mais secos da série-temporal do ponto de vista da quantidade pluviométrica. Os totais pluviométricos atingiram volume máximo em fevereiro e mínimo em agosto. Em termos de variabilidade, destacam-se o mês de janeiro com baixo volume de chuva e agosto com chuva rarefeita (Figura 95).

Figura 95 – Gráfico de Precipitação mensal – fevereiro (1984)

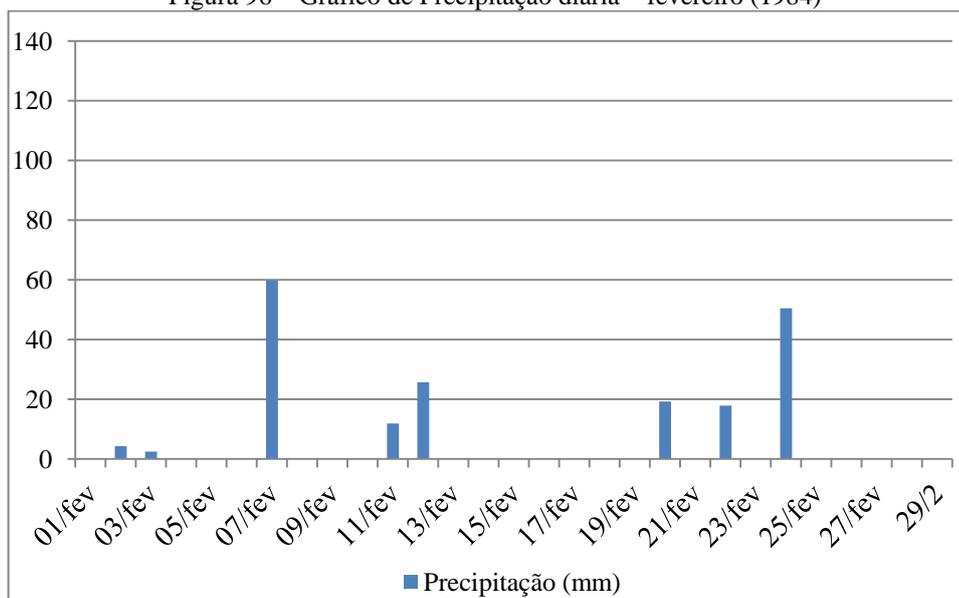


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

As chuvas no mês de fevereiro foram caracterizadas por regimes baixos e moderados de precipitação, o volume máximo atingiu 60 mm, havendo também ausência de chuva em vários dias (Figura 96).

Figura 96 – Gráfico de Precipitação diária – fevereiro (1984)

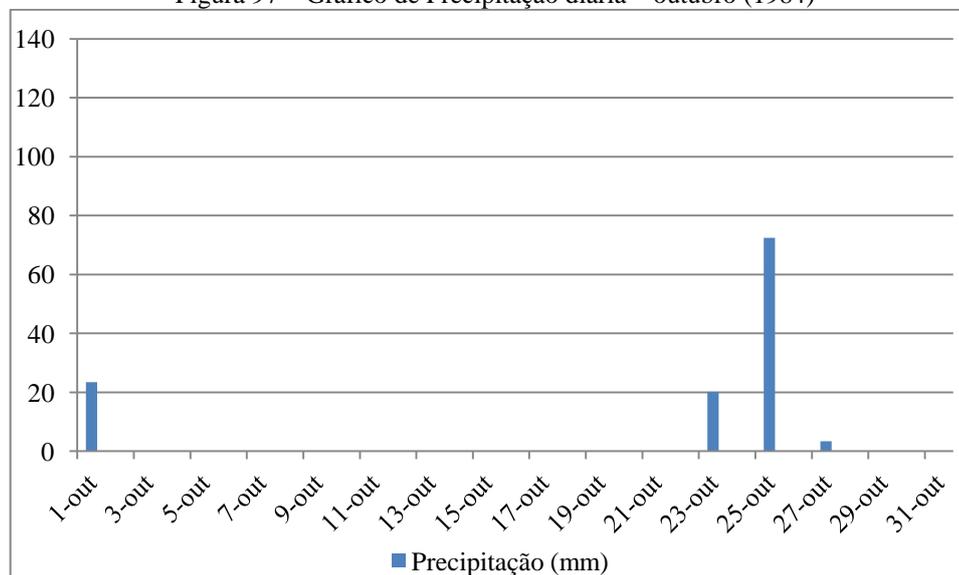


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Em outubro as primeiras chuvas de primavera atingiram totais pluviométricos entre 20 a 72 mm e foram intercalados com períodos de estiagem que tiveram duração entre 2 a 22 dias (Figura 97).

Figura 97 – Gráfico de Precipitação diária – outubro (1984)



Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

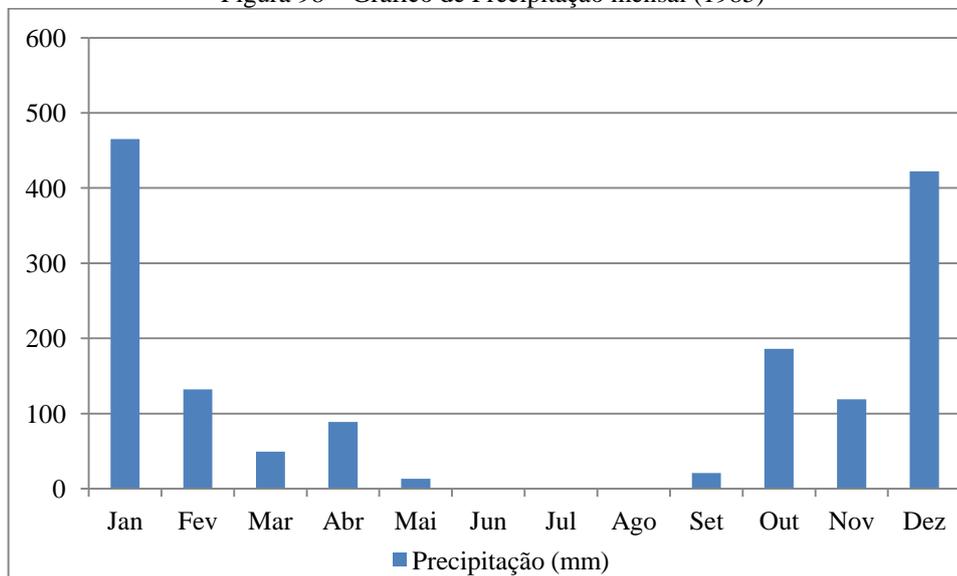
Fonte: SUDENE

1985

Em 1985 o regime pluviométrico voltou atingir volumes elevados, visto que, a quantidade pluviométrica atingiu total de 1.496 mm, sendo distribuídos com diferentes volumes entre setembro a maio. Contudo, cerca de 60% do regime da chuva foram concentrados em dezembro e janeiro, já os demais meses atingiram quantidades de chuva

inferior a 185 mm (Figura 98). Ao comparar com o ano anterior, se observa uma dinâmica pluvial bastante interessante, envolvendo, principalmente, os meses de dezembro e janeiro.

Figura 98 – Gráfico de Precipitação mensal (1985)

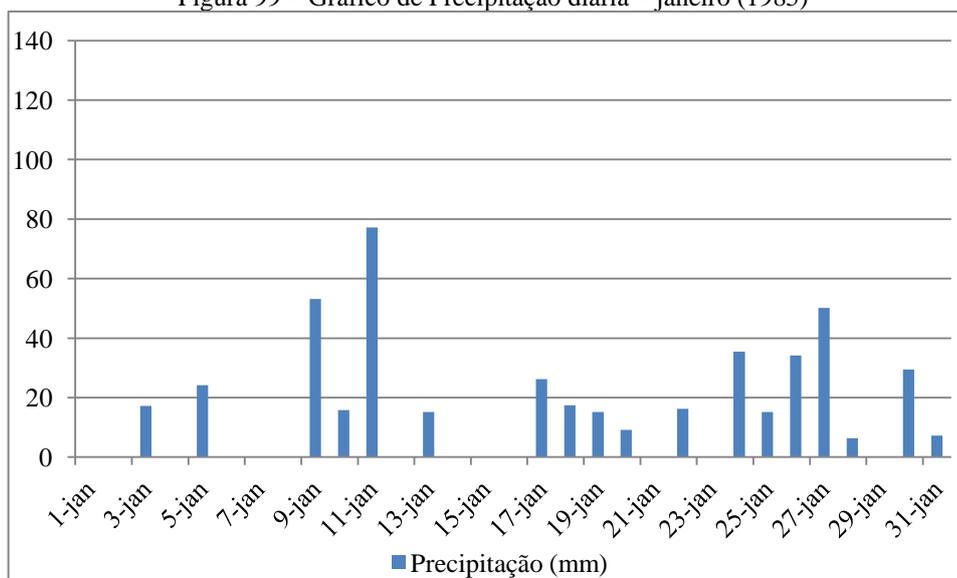


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

O mês de janeiro apresentou vários dias de chuva com volumes fracos e moderados e alguns eventos com totais superiores a 53 mm. Ocorreu também dias com curtos episódios de estiagem (Figura 99).

Figura 99 – Gráfico de Precipitação diária – janeiro (1985)

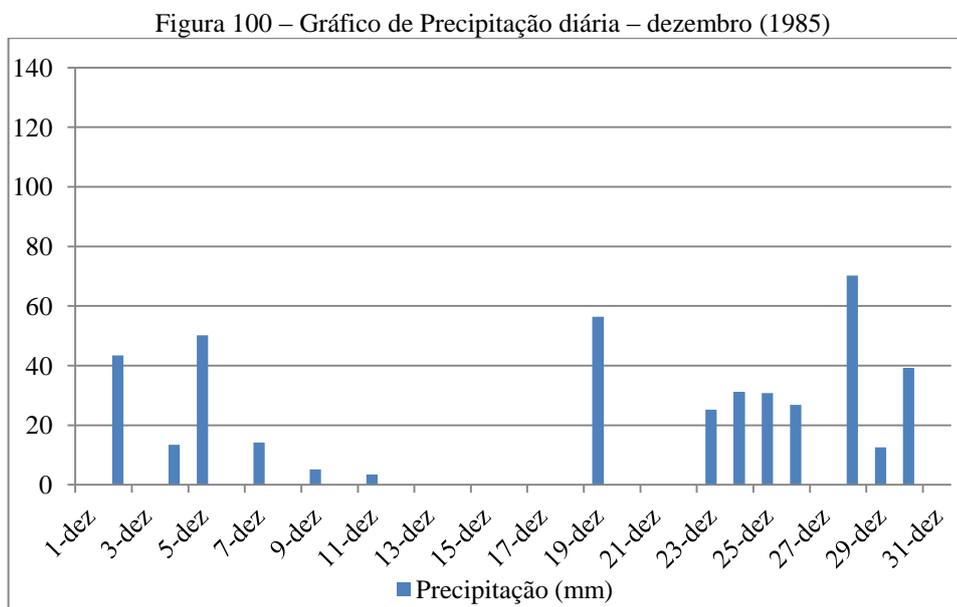


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Em dezembro a distribuição pluviométrica ocorreu de forma irregular, definindo uma frequência pluvial que incidiu, respectivamente, após o dia 23/12. Os totais desse mês

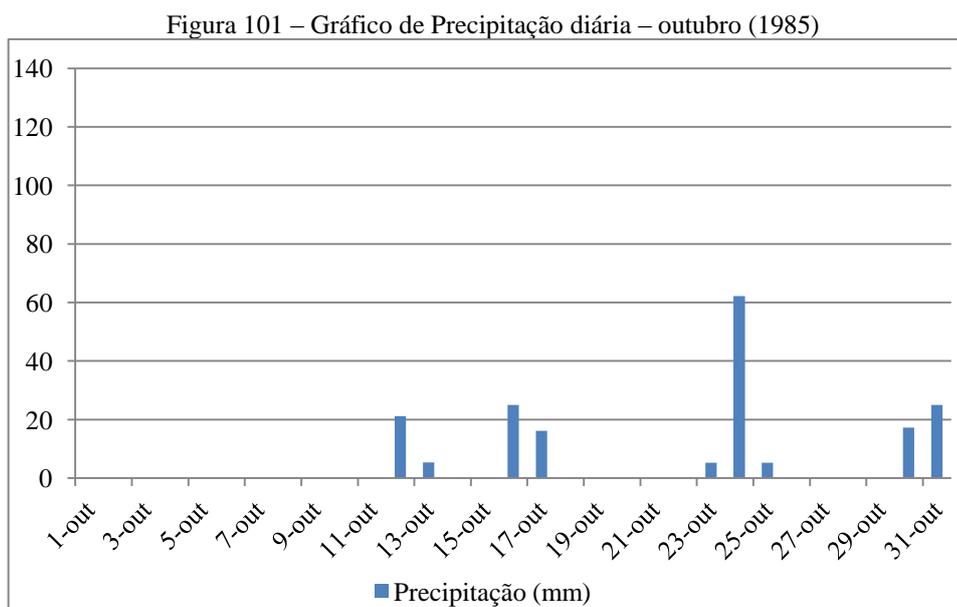
apresentaram baixos, moderados e elevados volumes de precipitação com quantidades máximas em torno de 70 mm. Os episódios de chuva foram intercalados por curtos e médios períodos de estiagem (Figura 100).



Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

A dinâmica pluviométrica do mês de outubro registrou totais de 186 mm, porém a chuva foi distribuída simultaneamente com regimes pluviais de fraca a moderada quantidade. Nesse período, foi registrado apenas um dia com precipitação elevada - 62 mm (Figura 101).



Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

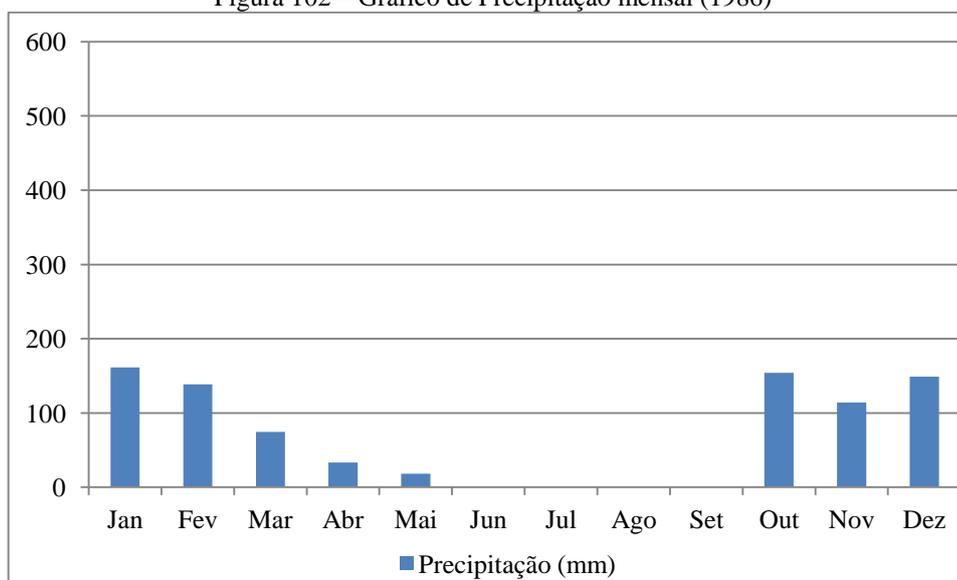
Fonte: SUDENE

1986

Ate a presente analise da pesquisa, o regime pluviométrico da área de estudo apresentou uma expressiva variabilidade pluvial. Um exemplo evidente dessa variabilidade ocorreu entre o ano anterior (1985) que atingiu volume de chuva em torno de 1.496 mm e em 1986, a quantidade de precipitação despencou alcançando totais de 843 mm, regime e ritmo semelhante ao ocorrido em 1984.

Em 1986, a dinâmica pluviométrica foi caracterizada por baixos volumes de chuva durante os meses do ano, sobretudo os que apresentam habitualmente elevada quantidade de precipitação. Os volumes máximos de chuva ocorrem entre outubro-fevereiro com totais variando entre 161 mm a 114 mm, havendo meses em que a quantidade de precipitação foi abaixo de 74 mm (Figura 102).

Figura 102 – Gráfico de Precipitação mensal (1986)

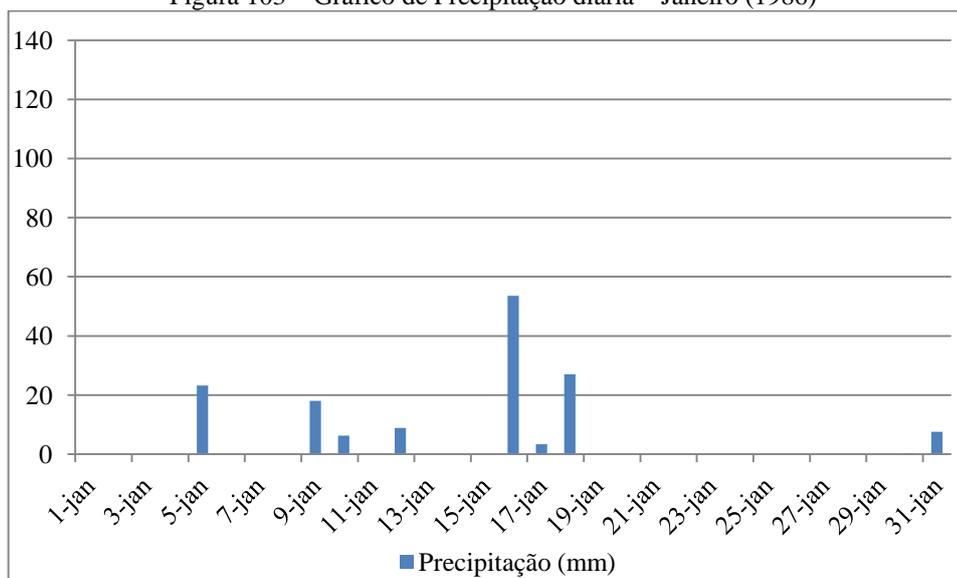


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Os meses de janeiro e outubro não apresentaram elevadas quantidades pluviométricas diárias. A dinâmica pluvial desse período foi definida por episódios fracos e moderados de precipitação, havendo simultaneamente vários dias com ausência de chuva (Figuras 103 e 104).

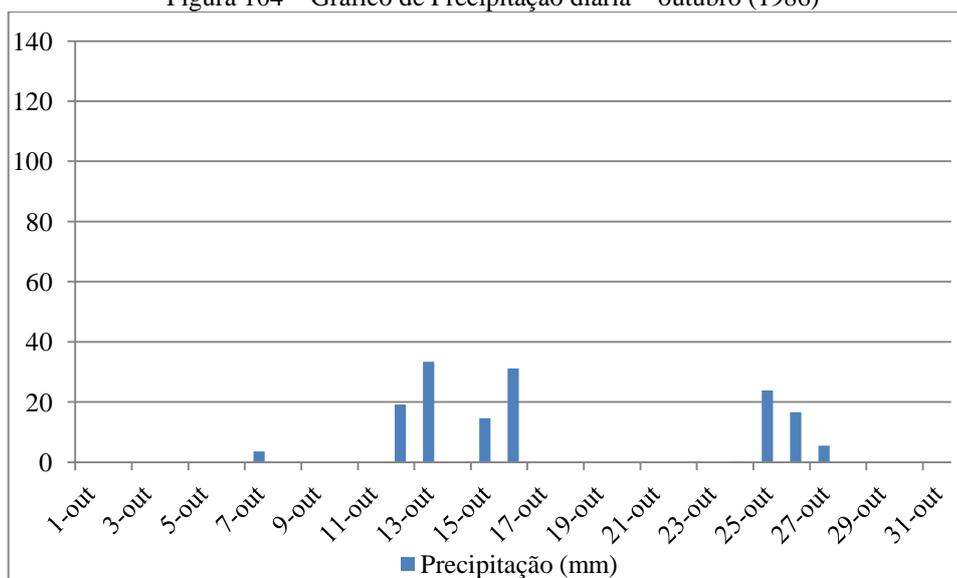
Figura 103 – Gráfico de Precipitação diária – Janeiro (1986)



Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Figura 104 – Gráfico de Precipitação diária – outubro (1986)



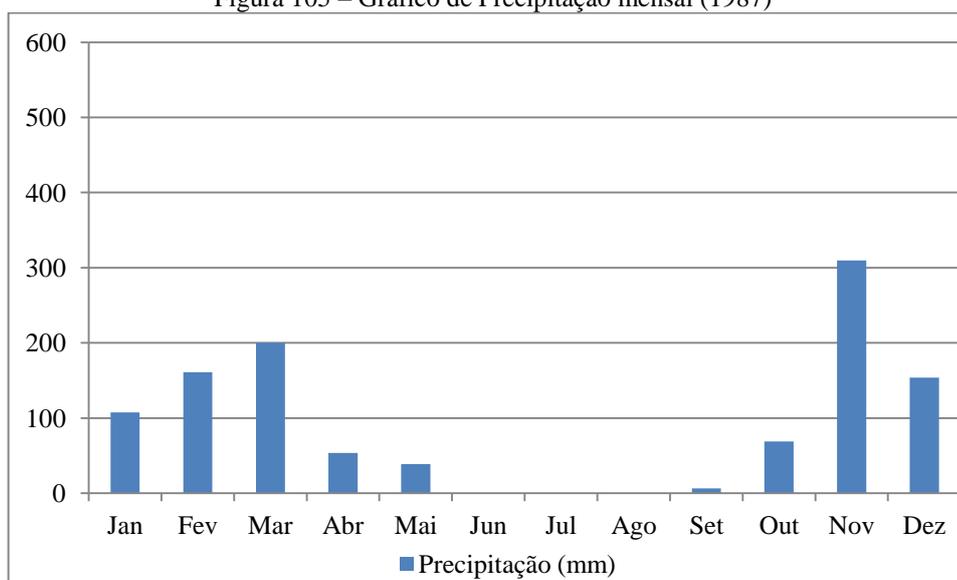
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

1987

O volume pluviométrico de 1987 atingiu quantidades superiores em relação ao ano anterior, registrando totais de 1.100 mm. Assim, o regime pluviométrico, volta atingir quantidades de chuva no padrão próximo ao habitual. No decorrer do ano, os meses com chuva apresentaram volumes abaixo de 200 mm, exceto novembro que atingiu totais de 309 mm (Figura 105).

Figura 105 – Gráfico de Precipitação mensal (1987)

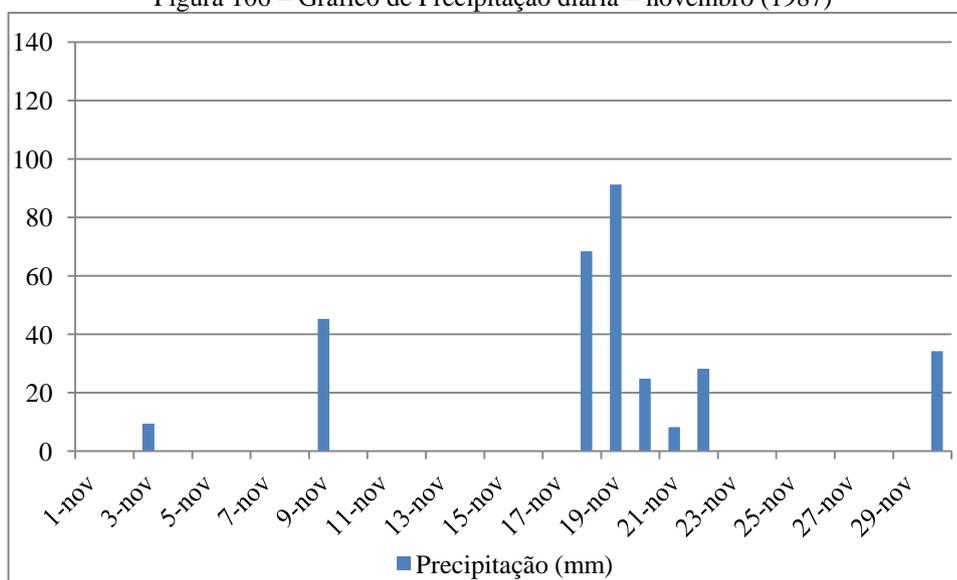


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Em novembro, se registrou concentração pluvial e totais máximos de precipitação que atingiu 91 mm, havendo vários dias com regime pluviométrico abaixo de 36 mm. Pode-se destacar a ocorrência e alternância entre dias com chuvas rigorosas acima de 68 mm e dias com baixa pluviosidade, intercalados com episódios de estiagem (Figura 106).

Figura 106 – Gráfico de Precipitação diária – novembro (1987)



Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

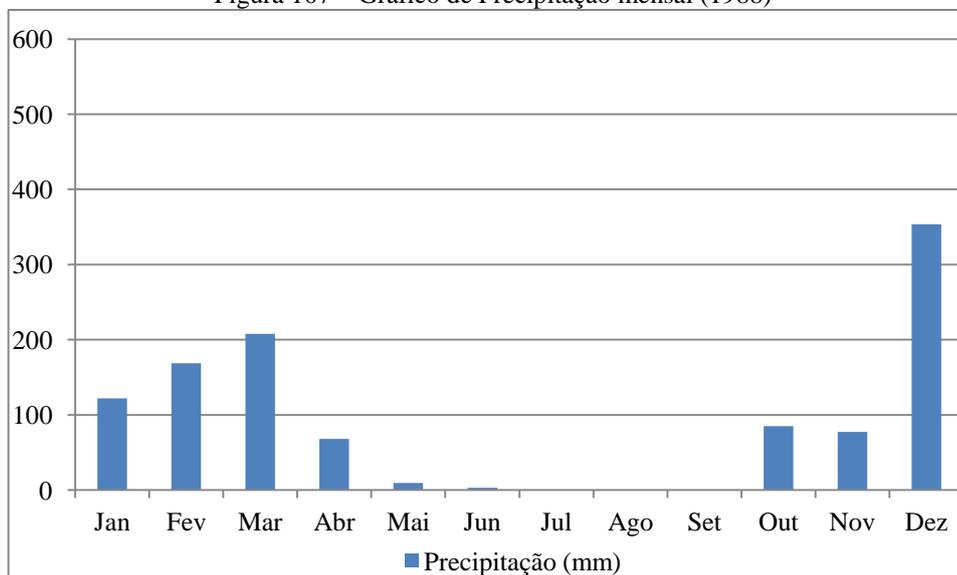
Fonte: SUDENE

1988

O regime pluviométrico de 1988 atingiu total próximo ao ocorrido em 1987. A quantidade pluviométrica atingiu volumes de 1.095 mm, sendo distribuídos entre os meses de

outubro a abril e com quantidade máxima sucedida em dezembro e diminuição significativa em janeiro e volumes desprezíveis em maio e junho (Figura 107).

Figura 107 – Gráfico de Precipitação mensal (1988)

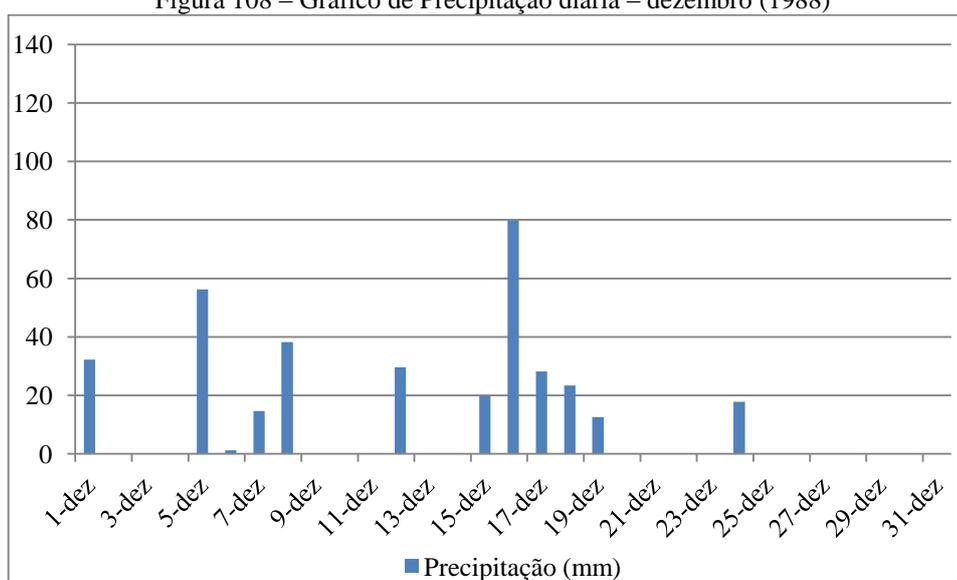


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

O comportamento pluvial de dezembro apresentou episódios fracos e moderados de chuva, porém houve dias com precipitação elevada atingindo volume de 80 mm. As chuvas foram mais frequentes no início do mês, havendo períodos de estiagem que durou entre 2-11 dias que foram intercalados com baixo volume pluvial (Figura 108).

Figura 108 – Gráfico de Precipitação diária – dezembro (1988)

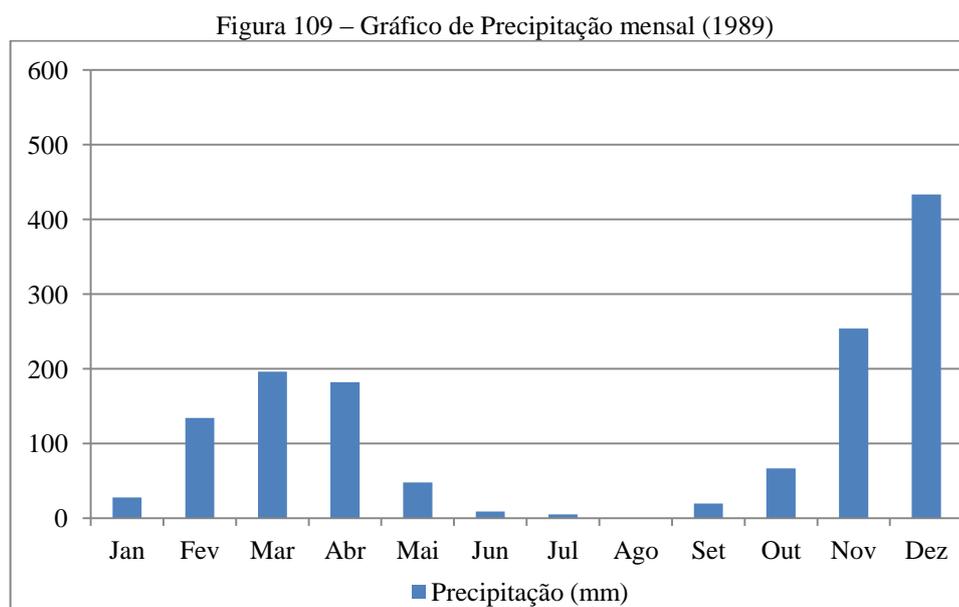


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

1989

Nesse período os totais atingiram 1.374 mm e a dinâmica pluviométrica entre janeiro a maio ocorreu em forma de pirâmide, onde se tem um aumento da quantidade pluviométrica e depois um declínio de precipitação (Figura 109). Em 1989 apresentou variabilidade no regime pluvial, nota-se que em janeiro, junho e julho registraram baixos volumes de chuva, após setembro o volume de chuva teve aumento significativo em novembro e dezembro.

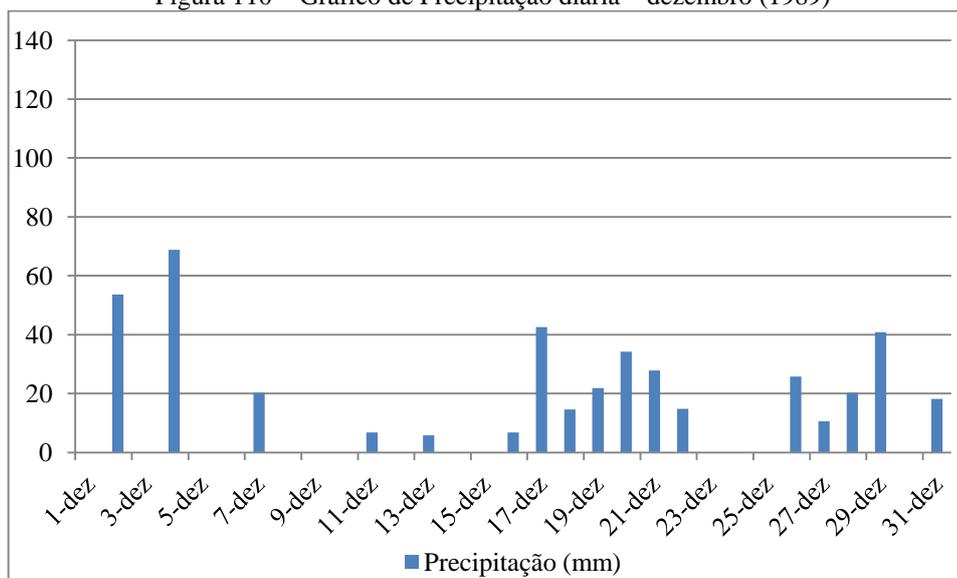


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Em dezembro a análise do regime pluviométrico diário revelou chuvas bem distribuídas no decorrer do mês com episódios curtos de estiagem. As chuvas mais intensas ocorrem no início do mês com volumes pluviais acima de 53 mm, havendo frequência simultânea de dias com episódios fracos e moderados de chuva (Figura 110).

Figura 110 – Gráfico de Precipitação diária – dezembro (1989)



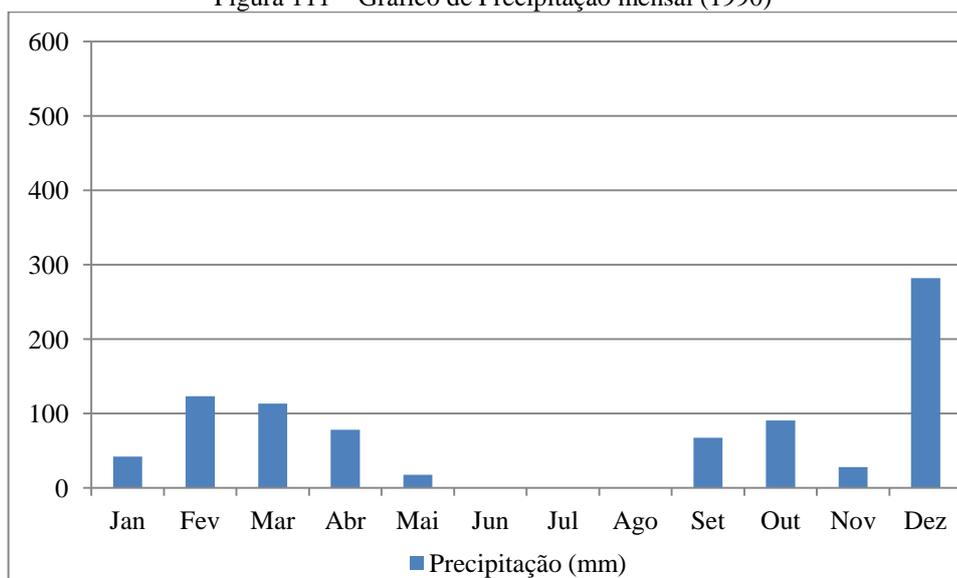
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

1990

Em 1990, devido o baixo volume pluviométrico nos meses habitualmente chuvosos (janeiro, fevereiro, março e novembro), o total pluviométrico anual atingiu 851 mm. Neste ano, a distribuição da chuva ocorreu de forma irregular, visto que, os regimes pluviais mensais foram abaixo de 123 mm, com exceção ao mês de dezembro que atingiu 281 mm (Figura 111).

Figura 111 – Gráfico de Precipitação mensal (1990)



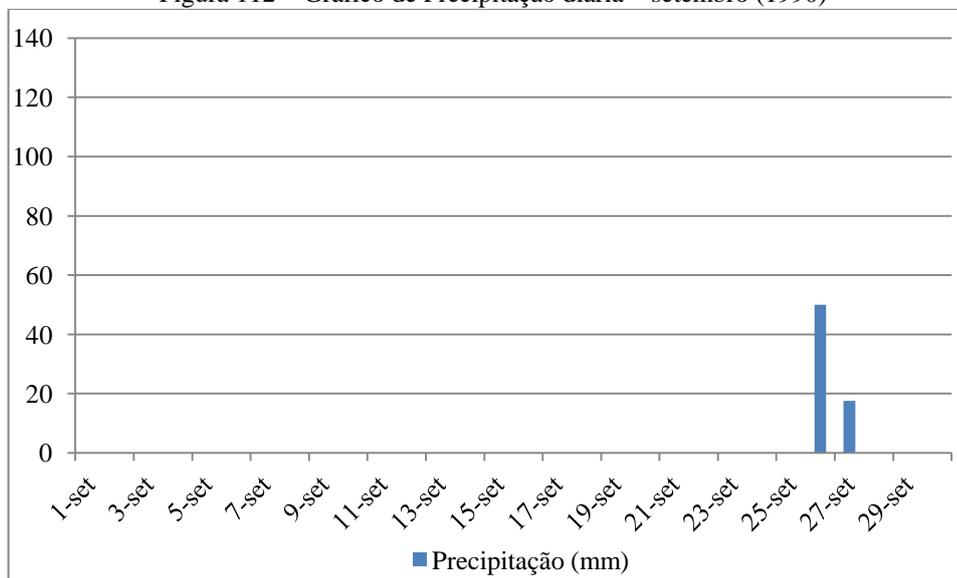
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

A primeira chuva de primavera ocorrida no final de setembro atingiu volumes de 50 mm uma quantidade de chuva totalmente agressiva para a paisagem nesse período, visto

que o solo, a vegetação se encontra em condições suscetíveis e com a ocorrência de eventos pluviométricos intensos aceleram os processos superficiais e conseqüentemente a erosão hídrica nos solos areno-argilosos (Figura 112).

Figura 112 – Gráfico de Precipitação diária – setembro (1990)



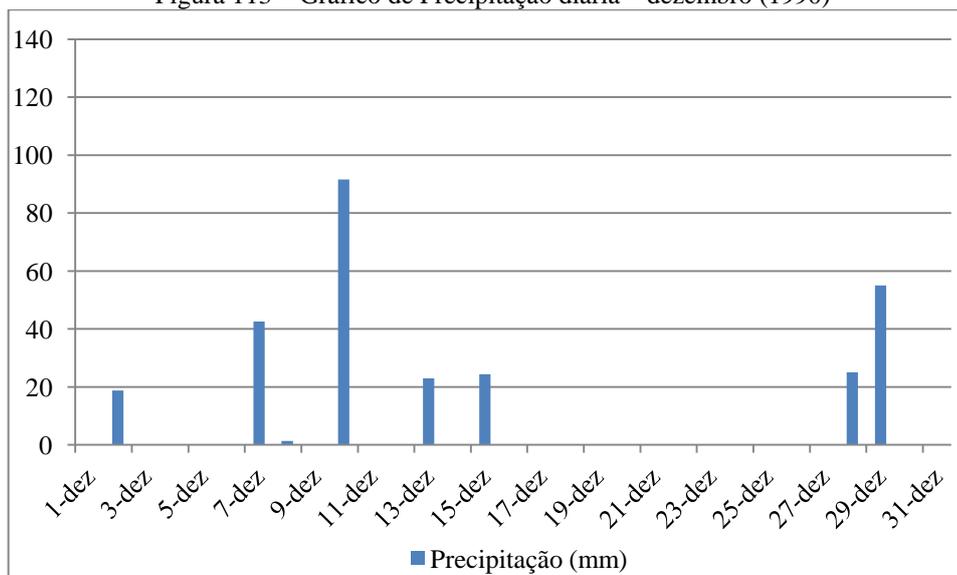
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Em dezembro o ritmo e regime pluviométrico tiveram as seguintes características:

a) existência de períodos de estiagem com duração de 3-11 dias; b) dias com episódios fraco e moderado de chuva; c) ocorrência de chuva intensa atingindo 91 mm (Figura 113).

Figura 113 – Gráfico de Precipitação diária – dezembro (1990)



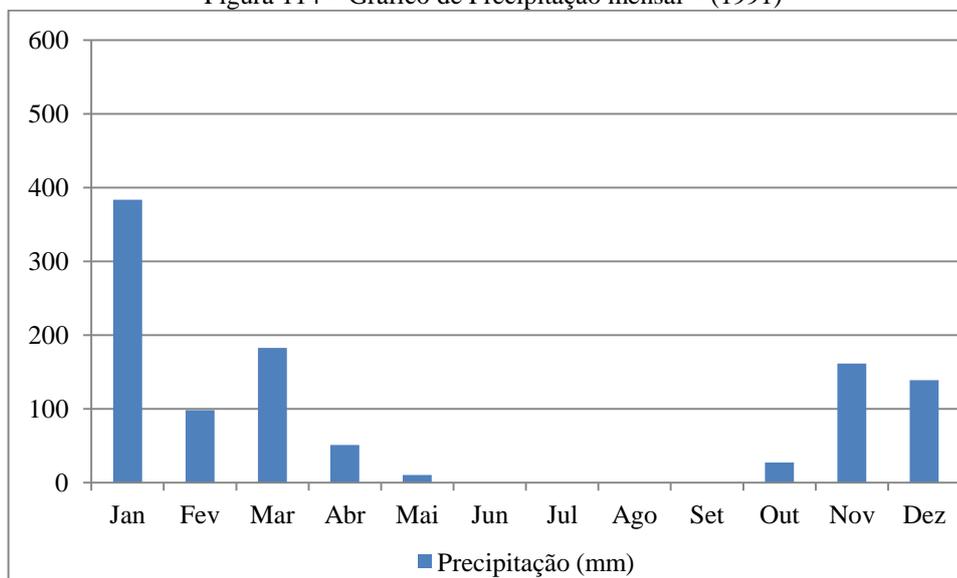
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

1991

O regime pluviométrico retorna atingir quantidades mais elevadas principalmente em janeiro. Já os outros meses em que foi registrado chuva, os volumes foram inferiores a 182 mm (Figura 114). Em 1991, a quantidade pluviométrica alcançou 1.053 mm.

Figura 114 – Gráfico de Precipitação mensal – (1991)

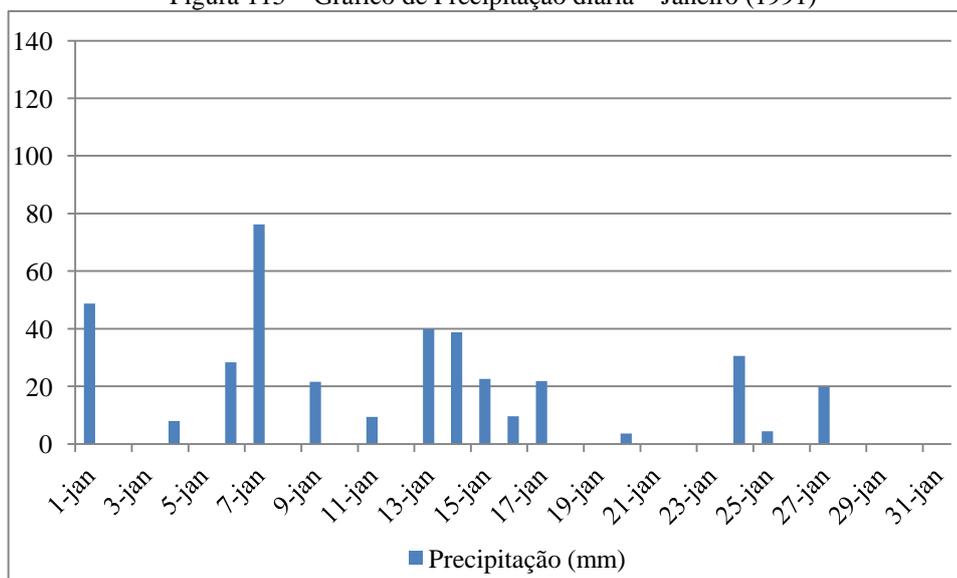


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Em janeiro, as chuvas caíram frequentemente no início do mês com volumes variando entre 8 mm a 76 mm. Houve períodos curtos de estiagem intercalados com baixos e moderados volumes de precipitação, ocasionando concentração de chuva entre 13/01 a 17/01 (Figura 115).

Figura 115 – Gráfico de Precipitação diária – Janeiro (1991)



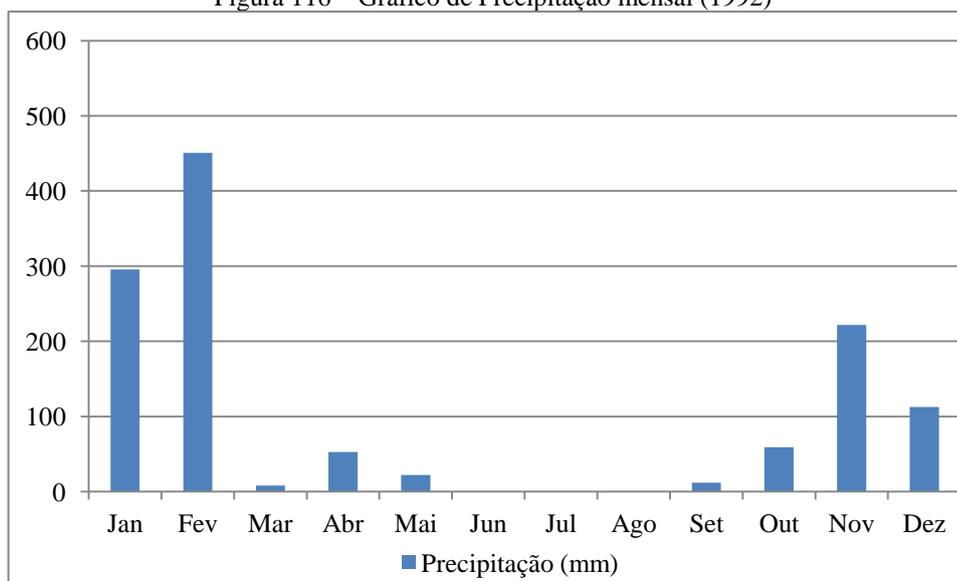
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

1992

Neste ano o regime e a sucessão pluvial foram caracterizados pela variabilidade, ocasionando distribuição irregular das chuvas, tanto no aspecto espaço-temporal quanto na quantidade, visto que, 60% do volume pluviométrico foi concentrado em janeiro e fevereiro (Figura 116). Em 1992, os totais pluviométricos alcançaram quantidade de 1.234 mm.

Figura 116 – Gráfico de Precipitação mensal (1992)

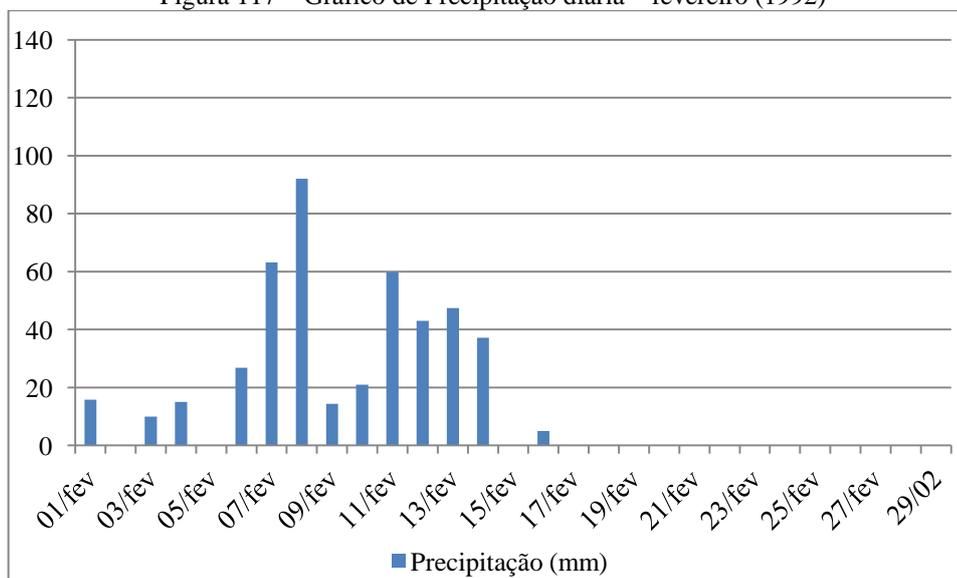


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Em fevereiro, a precipitação foi concentrada no início, esse regime foi intercalado com episódios curtos de estiagem. O volume máximo de chuva atingiu 92 mm, havendo dias com quantidade de chuva entre 10 mm a 60 mm (Figura 117).

Figura 117 – Gráfico de Precipitação diária – fevereiro (1992)



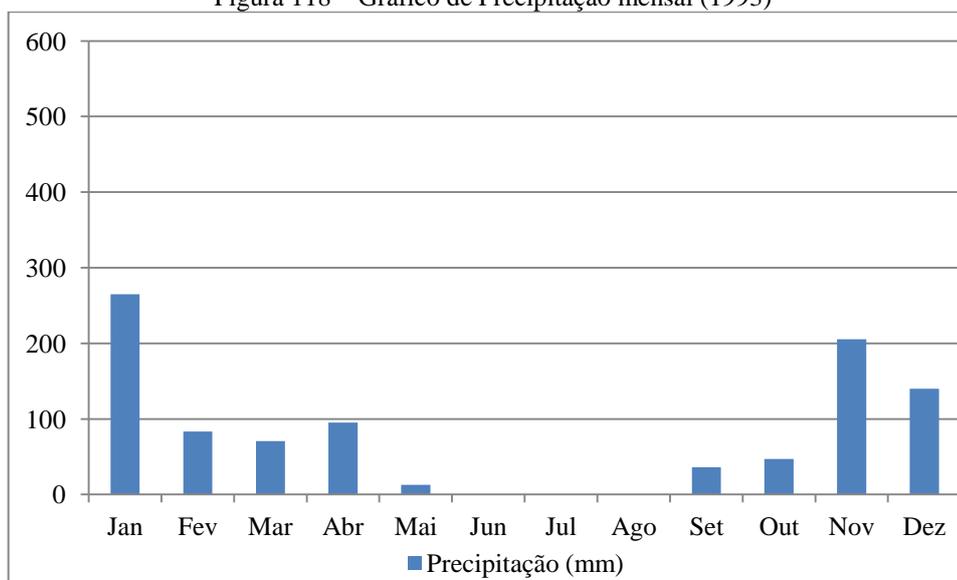
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

1993

A fase pluvial desse ano foi caracterizada por regimes pluviométricos (mensais) bem inferiores do que em 1992, atingindo volume total de 955 mm. (Figura 118). A ocorrência de quantidades pluviais inferiores a 100 mm em fevereiro e março destacam as excepcionalidades do ritmo e regime pluviométrico.

Figura 118 – Gráfico de Precipitação mensal (1993)

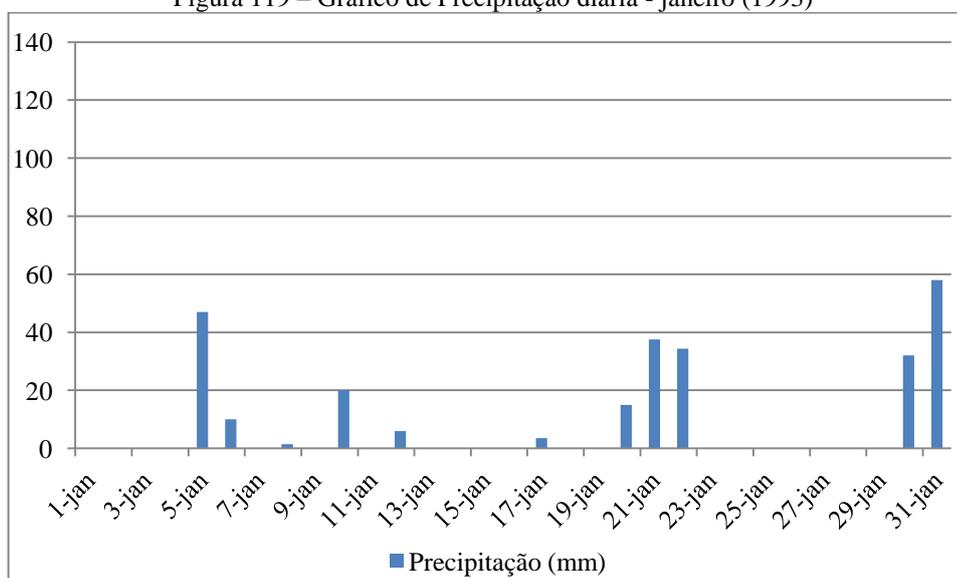


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Em janeiro, se registrou chuvas fracas e moderadas acompanhadas com episódios de estiagem com duração entre 2-7 dias. O maior acumulado de chuva atingiu 58 mm (Figura 119).

Figura 119 – Gráfico de Precipitação diária - janeiro (1993)



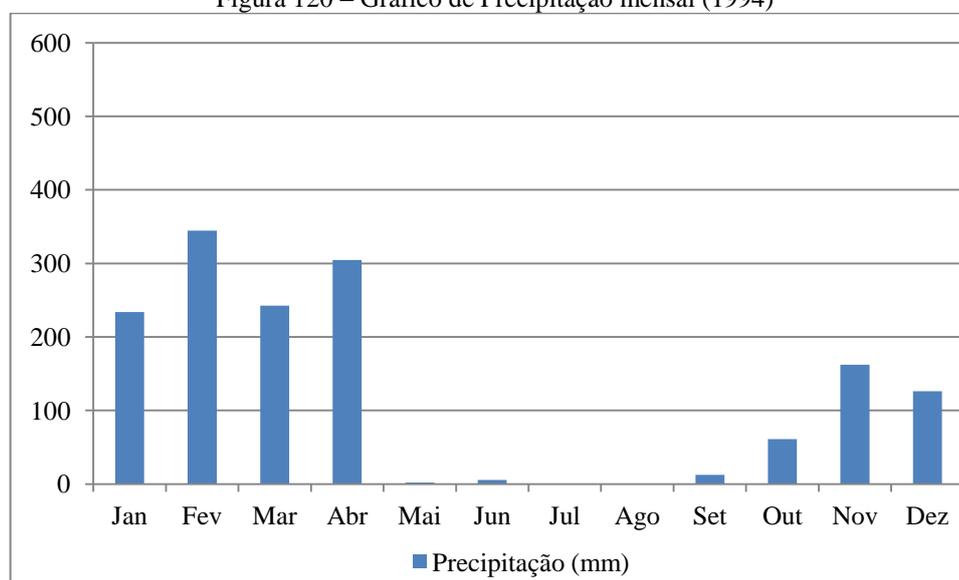
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

1994

Em 1994, o total anual atingiu 1.495 mm e esse regime pluviométrico foi concentrado entre janeiro e abril com totais variando entre 234 mm a 344 mm. Neste ano, excepcionalidades do ritmo foram semelhantes ao ocorrido em 1973, no qual, se registrou uma concentração pluviométrica entre janeiro a abril. O regime pluvial ocorrido em abril foi considerado “evento extremo”, ou seja, uma dinâmica considerada atípica/fora do habitual quando se considera os anos já analisados (ocorrida apenas em 1973). O volume pluviométrico de abril é habitual atingir total inferior a 180 mm e em 1994 atingiu quantidade elevada. Além desses aspectos, houve precipitações rarefeitas em maio e junho e setembro, assim os únicos meses com ausência de chuva foi registrado em julho e agosto (Figura 120).

Figura 120 – Gráfico de Precipitação mensal (1994)

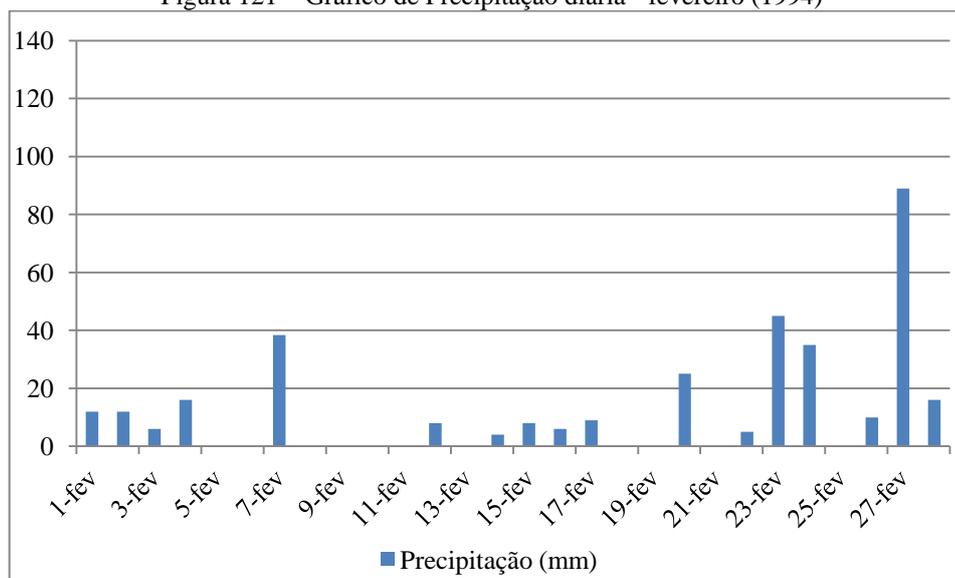


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

O regime pluviométrico diário em fevereiro foi frequentemente associados à baixos e moderados volumes de chuva que foram intercalados com episódios curtos de estiagem (2-5 dias). Alguns dias apresentaram precipitação intensa que atingiu 89 mm. (Figura 121).

Figura 121 – Gráfico de Precipitação diária - fevereiro (1994)

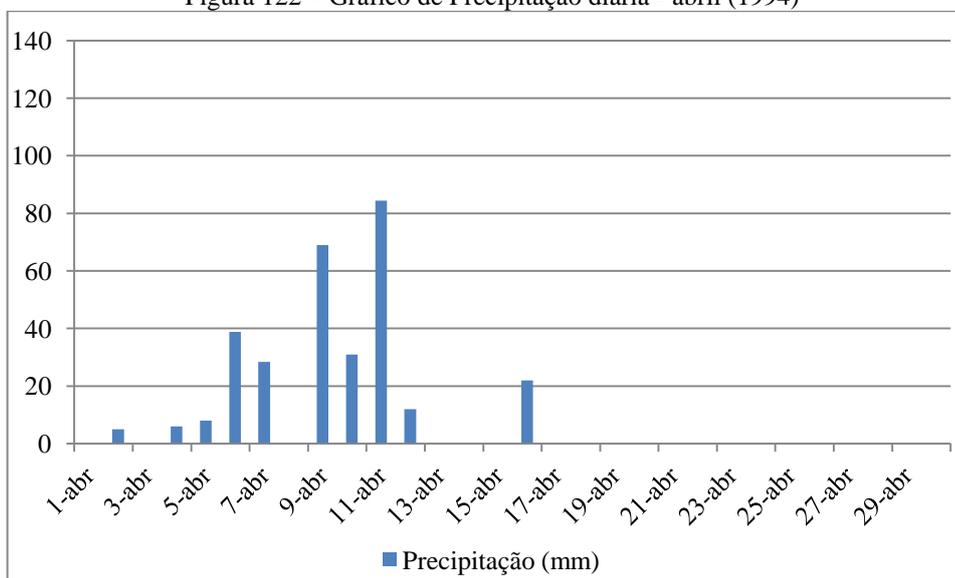


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Em abril, as chuvas ocorreram de forma simultânea no início do mês, especificamente até o dia 16/04 esses episódios pluviais (concentrados) foram intercalados com períodos curtos de estiagem (1-3 dias). Foram registrados também episódios de chuva intensa inseridos em dias com volumes de chuva fracos e moderados (Figura 122).

Figura 122 – Gráfico de Precipitação diária - abril (1994)



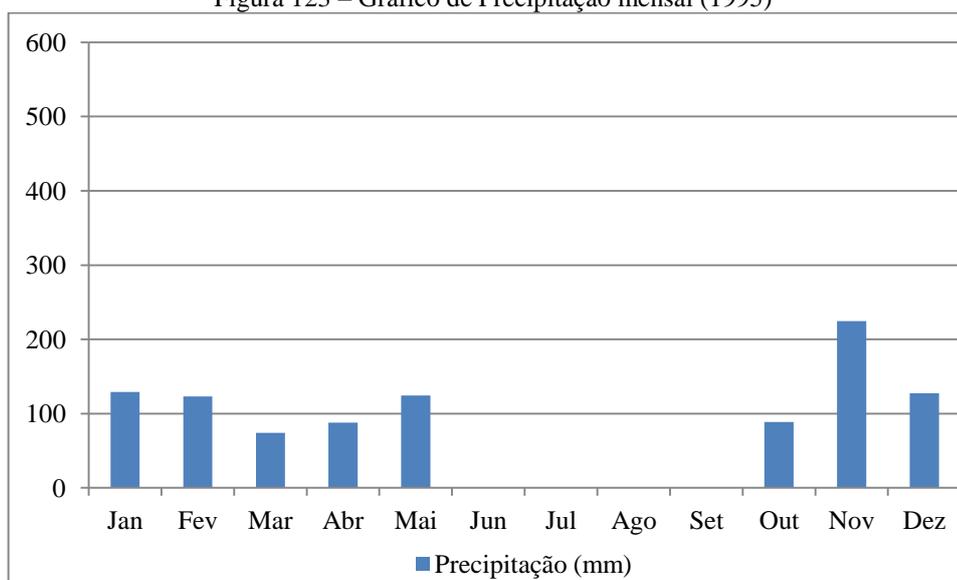
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

1995

Em relação ao anterior, o volume pluviométrico de 1995 despencou atingindo total de 979 mm. A distribuição da chuva ocorreu entre outubro ao mês de maio com quantidades pluviais variando entre 224 mm a 73 mm (Figura 123).

Figura 123 – Gráfico de Precipitação mensal (1995)



Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

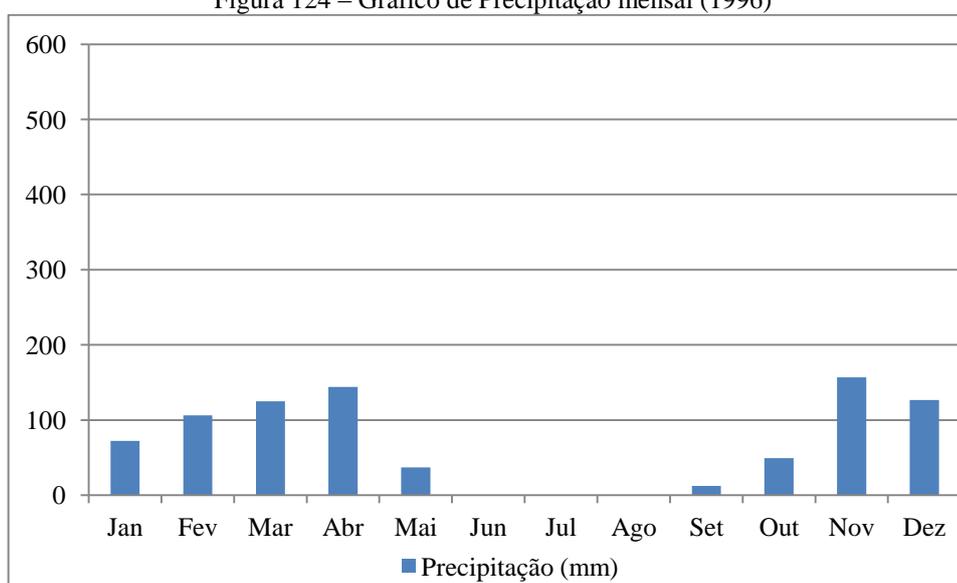
Fonte: SUDENE

Em 1995, não apresentou precipitação diária com regime elevado, houve apenas, quantidades de chuva fracas e moderadas, tornando insignificante sua representação gráfica com totais pluviométricos diários desprezíveis.

1996

De toda a serie temporal da pesquisa (1963-1999) o ano de 1996 foi o mais seco, portanto, apresentou o menor regime pluviométrico da análise, atingindo volume pluvial de 829 mm. Esse regime foi distribuído simultaneamente entre outubro-abril com quantidades desprezíveis de chuva em maio e setembro (Figura 124).

Figura 124 – Gráfico de Precipitação mensal (1996)



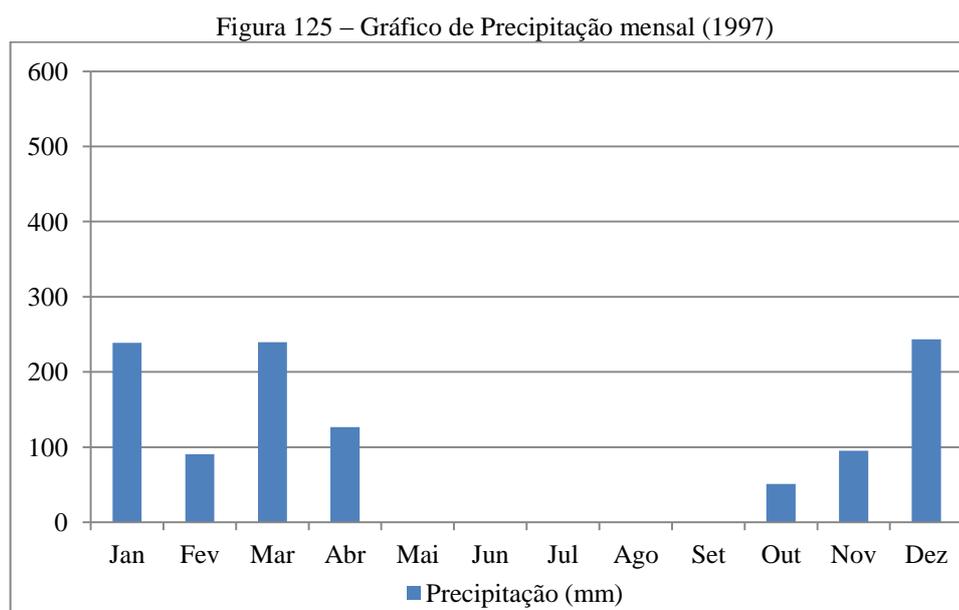
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Assim, como ocorreu no ano anterior, em 1996, a dinâmica pluviométrica foi definida pelo baixo volume das chuvas no decorrer do ano, principalmente nos meses considerados habitualmente “chuvosos” não houve períodos/dias intensos de chuvas capazes de serem relevantes para a representação gráfica em forma de “pluviograma”, pois os volumes de chuva apresentaram vários dias com quantidades baixas e com algumas frequências de chuva com volume moderado.

1997

A dinâmica pluviométrica desse ano foi caracterizada por variações na quantidade de chuva, ou seja, aumento pluvial em alguns meses e declínio em outros. O período seco durou 5 meses e cerca de 66% do regime pluviométrico foi concentrado em 3 meses (dezembro, janeiro e março), os demais meses atingiram volumes de chuva inferiores a 126 mm (Figura 125). Em 1997, os totais pluviais anuais atingiram 1.085 mm.

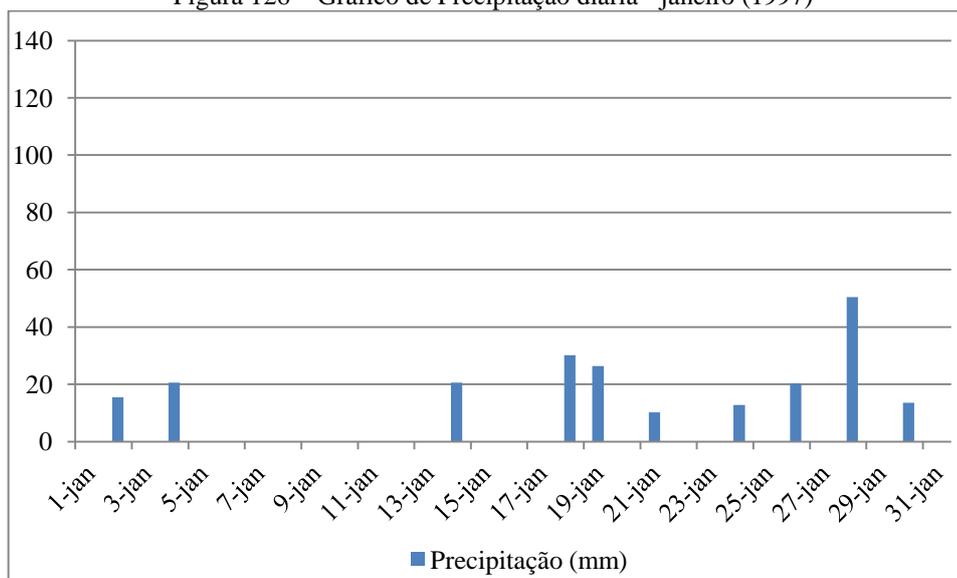


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Em janeiro as chuvas apresentaram episódios fracos e moderados de chuva que foram intercalados com períodos de estiagem que durou entre 2-9 dias. A distribuição pluviométrica ocorreu de forma irregular e o máximo de chuva atingiu volume de 50 mm (Figura 126).

Figura 126 – Gráfico de Precipitação diária - janeiro (1997)



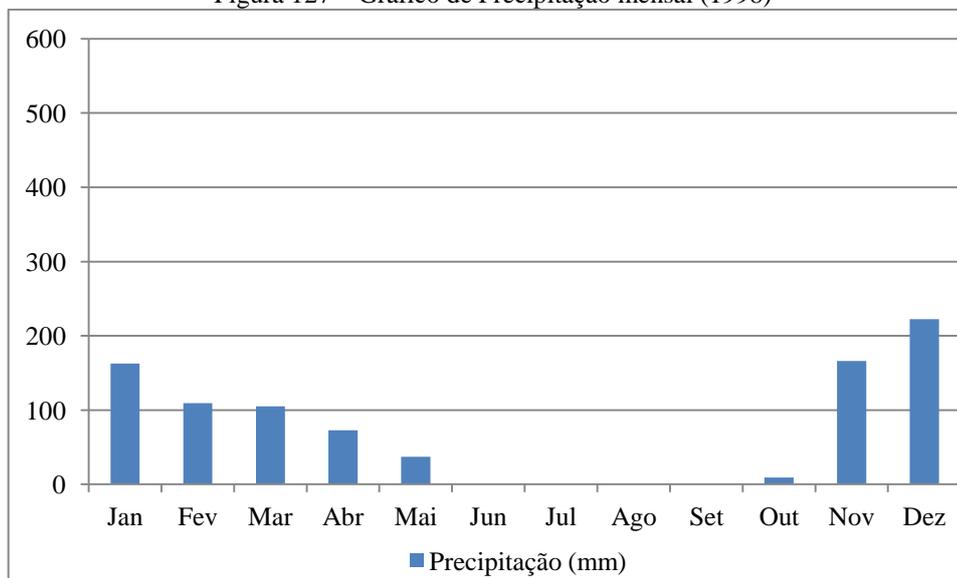
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

1998

A sucessão pluvial de 1998 retornou a declinar atingindo volume pluviométrico de 884 mm. Esse período foi caracterizado por excepcionalidades no regime e ritmo pluviométrico, no qual, se observa volumes de chuva com baixa quantidade em meses habitualmente caracterizados por quantidades de precipitação elevada (Figura 127).

Figura 127 – Gráfico de Precipitação mensal (1998)



Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

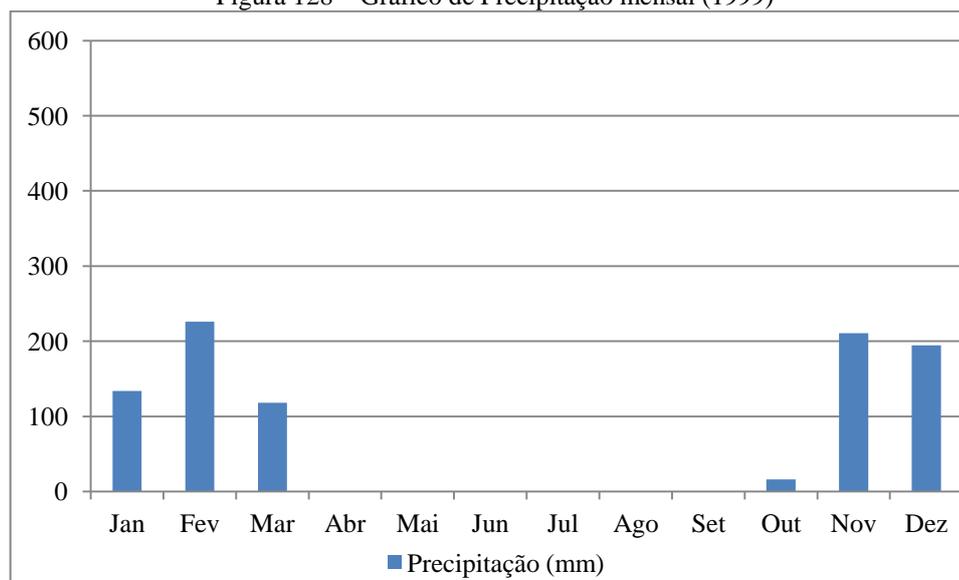
Em dezembro, as chuvas nesse período ocorrem de forma irregular com episódios fracos e moderados de chuva, sendo sucedidos por períodos estiagem que duraram entre 5-10 dias. Optou-se por não apresentar o gráfico de precipitação diária do mês de dezembro devido

o regime não ter atingido padrões excepcionais/elevados para serem representados em um pluviograma e também em função da ausência de dados em alguns meses como, por exemplo, março e abril, períodos em se utilizou a metodologia de interpolação para preenchimento de falhas (mensais).

1999

Nesse período, a precipitação foi distribuída entre novembro a março, com a ocorrência de baixas quantidades pluviométricas em outubro, ou seja, nesse ano o período seco foi ampliado e durou 6 meses (figura 128). Em 1999, o total pluviométrico atingiu 900 mm e apresentou algumas semelhanças acerca da sucessão pluvial com o ano anterior, sobretudo nos meses de novembro, dezembro, janeiro e março em que os volumes de chuva atingiram quantidades bem próximas.

Figura 128 – Gráfico de Precipitação mensal (1999)

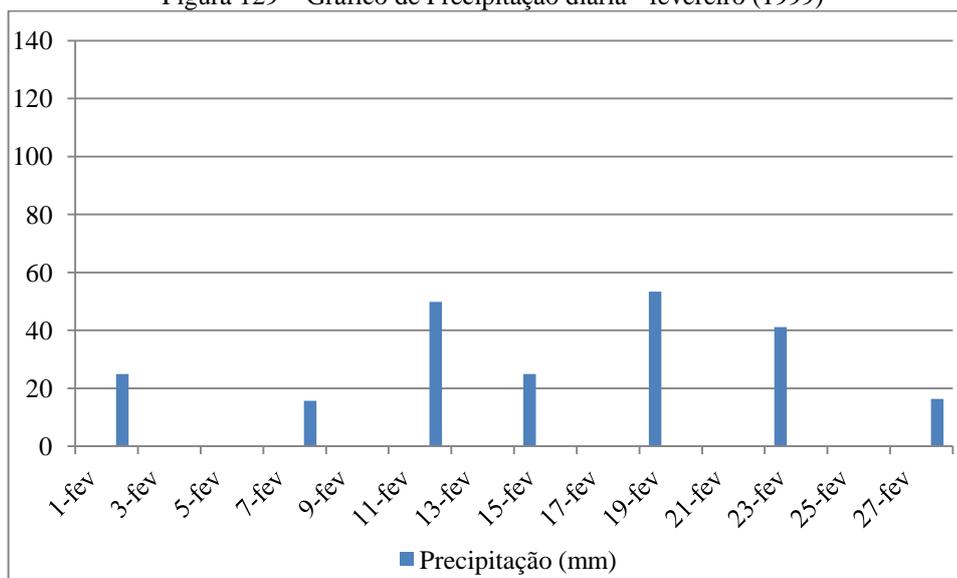


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

A frequência de episódios moderados de chuva prevaleceu na análise diária do mês de fevereiro. Esses episódios de precipitação foram intercalados com vários períodos secos com duração entre 2-7 dias. O maior acumulado de chuva atingiu volume de 53,4 mm os demais dias apresentaram volumes pluviométricos variando entre 15mm a 49 mm, havendo vários dias com ausência pluviométrica (Figura 129).

Figura 129 – Gráfico de Precipitação diária - fevereiro (1999)



Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Os pluviogramas apresentados nesta parte da pesquisa foram fundamentais para revelar o regime pluviométrico de Gilbués, pois permitiram uma visão ritmada da distribuição e quantidade das chuvas, especialmente a passagem ininterrupta dos períodos chuvosos para os secos entre 1963 a 1999, também auxiliaram na identificação de eventos extremo/excepcionais de precipitação e a espacialização dos anos seco, habituais e chuvosos.

4.1.1 O regime pluviométrico de Gilbués: uma síntese e aspectos gerais da chuva

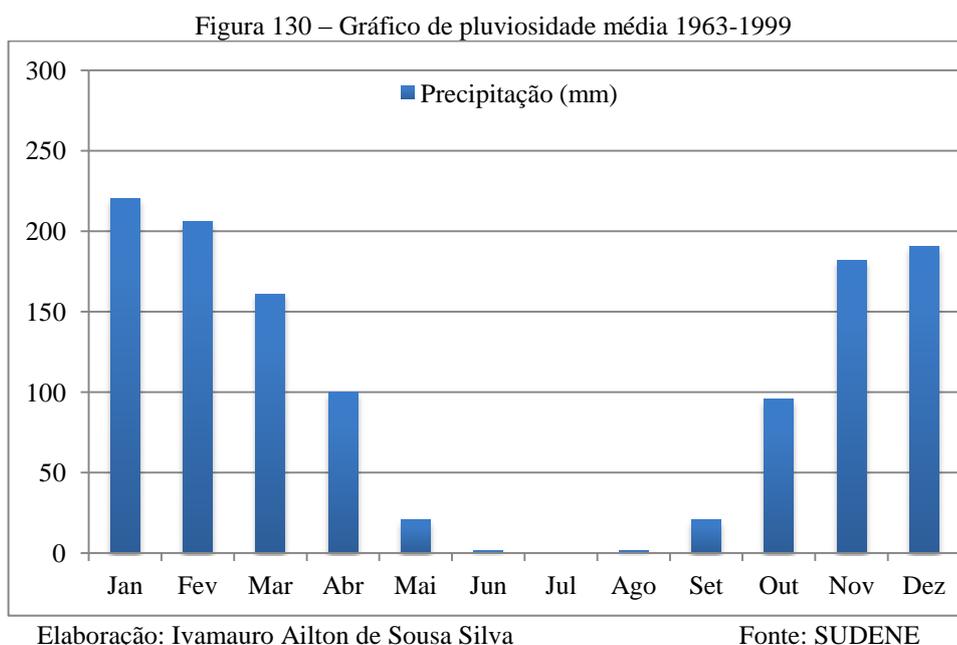
Conforme na análise dos 91 pluviogramas construídos por meio dos gráficos gerados pelo Microsoft Office Excel, abrangendo dados do período de 1963-1999, fornecidos pela SUDENE, verificou-se a dinâmica pluviométrica existente em Gilbués-Piauí. De um modo geral, pode-se constatar que existem dois semestres com pluviometria distinta:

- a) o que envolve o período de abril a setembro, que pode ser considerado como mais seco;
- b) e aquele compreendido entre os meses de outubro a março, que é o período mais chuvoso.

Da mesma forma, a observação verificada dos pluviogramas possibilitou distinguir que, no conjunto, os meses de abril-outubro são aqueles de transição pluviométrica: do período mais chuvoso para o mais seco e do período mais seco para o mais chuvoso, respectivamente.

Dentro do período considerado mais seco (abril a outubro), os meses de junho, julho e agosto são os que, com maior frequência, apresentam os mais baixos volumes de chuva e ausência de precipitação ao longo de área de estudo. Já no período mais chuvoso (outubro a março), o mês de maior pluviosidade é janeiro e fevereiro; entretanto, os meses de

novembro e dezembro também se revelam frequentemente como o mais chuvoso na área. Estas são as principais características do regime pluviométrico da região de Gilbués-Piauí que apresenta aspectos do tipo tropical de continentalidade: duas estações climáticas bem definidas que são marcadas por um longo período chuvoso durante o ano, opondo-se a outro mais seco (Figura 130).



Detalhando um pouco mais a descrição do quadro pluviométrico regional convém mencionar outros aspectos, dentre os quais destacam-se:

- a) precipitação média da série-temporal (1963-1999) situa em torno de 1.200,8 mm;
- b) o período de maior pluviosidade vai de novembro a março, que se constituem nos cinco meses mais chuvosos da área de estudo;
- c) o período de menor pluviosidade compreende os meses de maio a setembro, que podem ser considerados os cinco mais secos, compondo esse período de estiagem na área os três meses mais secos, dentro do quadro pluviométrico são: junho, julho e agosto, já que, os meses de maio e setembro habitam apresentar rarefeita pluviosidade durante o período registrado;
- d) em alguns anos o período seco durou 6 meses, já em outros anos a duração atingiu entre 3-4 meses;
- e) a distribuição das chuvas é muito irregular, tanto anual, mensal, quanto diária;
- f) ocorrência da precipitação em junho, julho, agosto, meses que habitualmente não se registra chuva. O regime pluviométrico apresentou quantidades inferiores a 10 mm;
- g) vários períodos apresentaram excepcionalidades no regime e ritmo pluviométrico;

- h) ocorrência de precipitação em períodos de 2-5 meses, com alto grau de variabilidade espaço-temporal com desigual distribuição no decorrer do ano;
- i) a alternância entre dias com chuvas enérgicas/intensas e outros dias com baixa pluviosidade, provocam significativas anomalias no regime pluvial, e conseqüentemente a ocorrência de eventos extremos;
- j) após o período de estiagem, a ocorrência das primeiras chuvas de “primavera” são caracterizadas por quantidades extremamente elevadas, cerca de 50% é de intensidade pluviométrica superior a 50 mm e cerca de 14% são moderadas (> 25 mm) e 36% ocorrem com baixa quantidade pluvial atingindo volumes inferiores a 25 mm;

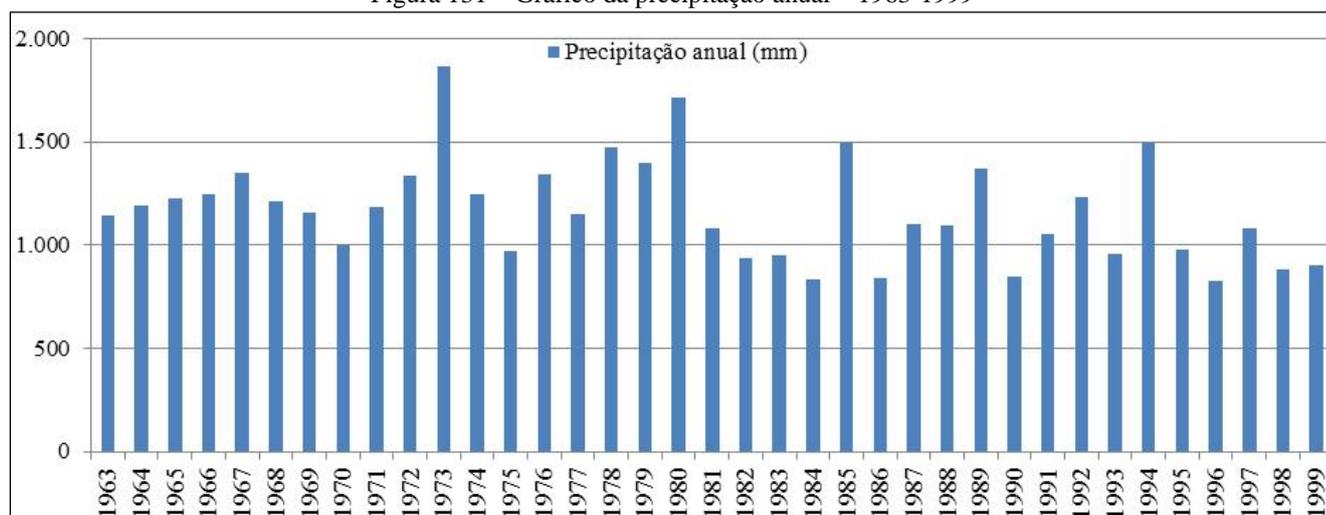
De um modo geral, a análise diária da chuva indicou:

- a) distribuição pluviométrica irregular, havendo concentração de chuva num episódio prolongando e dias com ausência de chuva num período curto ou prolongado;
- b) ocorrência de chuva intensa intercalados com episódios de estiagem;
- c) vários dias com volumes pluviométricos elevados em curto período de tempo (24 horas);
- d) chuvas concentradas e frequentes em um só período;
- e) dias com chuva intensa intercalados com episódios de baixa quantidade pluviométrica;
- f) vários dias com chuva “enérgica” acima de 80 mm e também episódios diários de chuva que atingiram volume máximo de 144 mm;

4.2 Variabilidade pluviométrica da área de estudo – 1963-1999

A variabilidade pluviométrica é definida por oscilações na quantidade de chuva apresentando uma dinâmica com períodos de aumento pluvial e posteriormente interpolados com anos com declínio pluviométrico. A pluviosidade variou entre 829 mm (mínimo) ocorrida em 1996 (ano mais seco) e quantidade máxima de 1.867 mm volume ocorrido em 1973 (ano mais chuvoso). Por meio do gráfico da variabilidade anual (Figura 131), verificou-se que 30% dos anos analisados atingiram quantidades pluviométricas abaixo da média (1.200 mm), por outro lado cerca de 25% alcançaram volumes de chuva acima da média.

Figura 131 – Gráfico da precipitação anual – 1963-1999

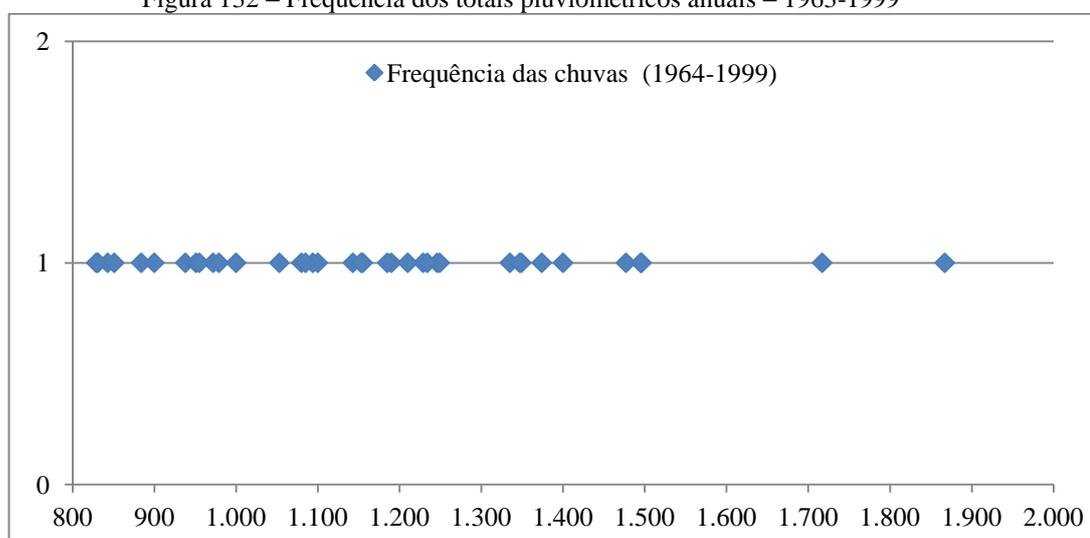


Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

A partir da síntese pluviométrica apresentada é possível identificar a frequência anual da precipitação possibilitando verificar a probabilidade de 69% do regime pluviométrico ser igual ou superior a 1.000 mm/ano (Figura 132).

Figura 132 – Frequência dos totais pluviométricos anuais – 1963-1999



Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Os gráficos de variabilidade e frequência pluviométrica são procedimentos, além de outros, na tentativa de mostrar um pouco da capacidade das representações climatológicas na busca da síntese do clima.

4.3 Quadro-Síntese: identificação dos anos secos, habituais e chuvosos

O quadro-síntese construído nesta parte da pesquisa possibilitou verificar, por exemplo, qual o período que ocorre os anos mais secos, habitual ao longo de todo o período e,

do mesmo, modo, o ano mais chuvoso (Quadro 26). Portanto, esse procedimento de representação de dados permite sintetizar e entender o regime pluviométrico da área de estudo e especializa-lo de forma cronológica.

Quadro 26 – Quadro síntese: anos secos, habituais e chuvosos

ANO	SECO	HABITUAL	CHUVOSO
1963			
1964			
1965			
1966			
1967			
1968			
1969			
1970			
1971			
1972			
1973			
1974			
1975			
1976			
1977			
1978			
1979			
1980			
1981			
1982			
1983			
1984			
1985			
1986			
1987			
1988			
1989			
1990			
1991			
1992			
1993			
1994			
1995			
1996			
1997			
1998			
1999			

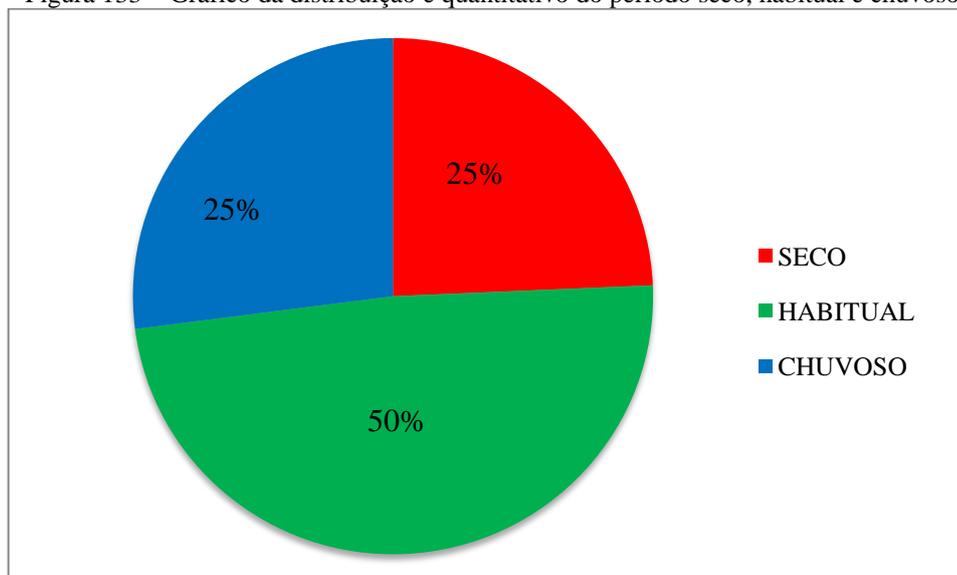
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

O quadro-síntese forneceu informações preciosas, de caráter cronológico e, também espacial, permitindo a identificação de períodos com chuvas escassas (padrão seco),

com chuvas abundantes (padrão chuvoso) ou com chuvas habitualmente esperadas (mais frequentes). Em sentido, mais amplo o quadro-síntese privilegiou a localização cronológica do fenômeno pluvial, colocando destaque na sucessão do regime das chuvas no conjunto da área de estudo.

Além disso, esse procedimento permitiu observar a evolução cronológica da pluviosidade destacando, principalmente, um longo período com regime pluviométrico habitual e chuvoso (1963-1981). É visível, por meio do quadro-síntese que os anos mais secos, ocorreram após 1982, existindo assim, uma variabilidade pluvial entre 1982-1999 que possibilitou ressaltar a dinâmica das precipitações que foi definida por um período com anos mais secos seguidos por anos chuvosos e depois habituais indicando um aumento da variabilidade pluviométrica. No que se refere ao padrão de distribuição quantitativa cerca de 50% dos anos analisados foram definidos pelo regime pluviométrico habitual, 25% chuvoso e 25% corresponderam aos anos secos (Figura 133).

Figura 133 – Gráfico da distribuição e quantitativo do período seco, habitual e chuvoso



Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

4.4 A intensidade pluviométrica e sua relação com a vulnerabilidade da paisagem

As principais características físicas da chuva atuantes nos processos erosivos na paisagem são: a quantidade total, a intensidade e a distribuição. Contudo, dentre as três características é fundamental se conhecer a intensidade, pois representa a relação entre as outras duas importantes características: quanto chove (quantitativo) e quando chove

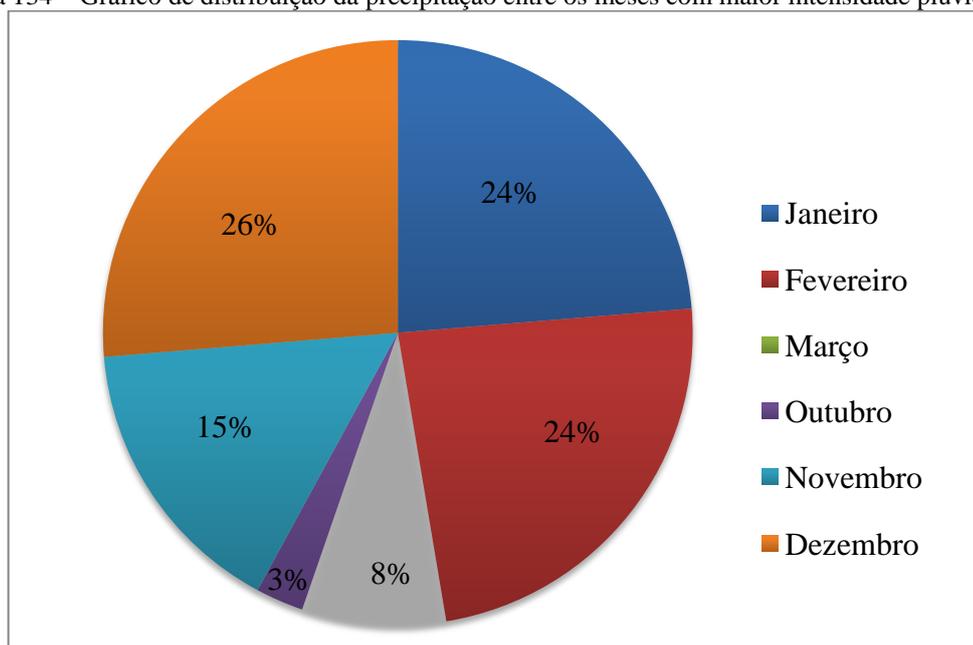
(temporal). No contexto da área de estudo, os meses com maior quantidade pluviométrica durante os anos analisados, foram organizados no quadro 27 e gráfico da figura 134.

Quadro 27 - Meses com maior intensidade pluviométrica resultando maior risco na área de estudo

Meses Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1963												
1964												
1965												
1966												
1967												
1968												
1969												
1970												
1971												
1972												
1973												
1974												
1975												
1976												
1977												
1978												
1979												
1980												
1981												
1982												
1983												
1984												
1985												
1986												
1987												
1988												
1989												
1990												
1991												
1992												
1993												
1994												
1995												
1996												
1997												
1998												
1999												

Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Figura 134 – Gráfico de distribuição da precipitação entre os meses com maior intensidade pluviométrica



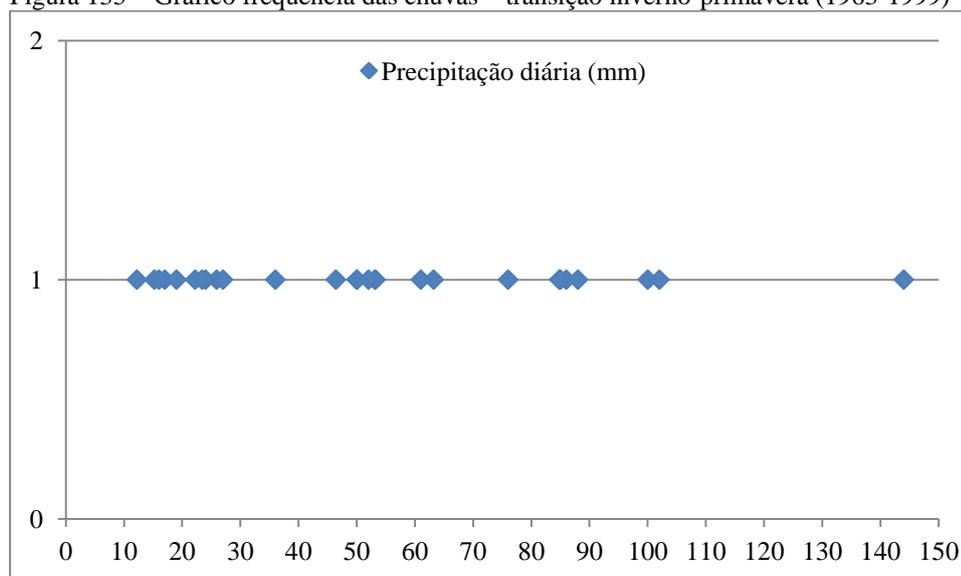
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Por meio do gráfico de distribuição temporal da precipitação (Figura 134) é factível reconhecer que 74% da distribuição pluviométrica ocorrem entre dezembro-janeiro-fevereiro, meses em que a chuva se despeja de forma concentrada. Ou seja, exatamente, nesse período com elevada quantidade pluvial que proporciona um poder erosivo maior devido à concentração pluvial, tornando a paisagem vulnerável aos processos erosivos em função dos eventos pluviais intensos.

Todavia, outro período que pode ser considerado crítico e aumentar a vulnerabilidade da paisagem aos processos erosivos do solo, consiste na época da transição climática: fim da estiagem e início das chuvas denominadas nesta pesquisa de “chuvas de primavera” que ocorrem de forma “enérgicas” com volumes elevados e moderados.

Em decorrência do período de transição climática (inverno-primavera) ser extremamente importante para a dinâmica dos processos erosivos na paisagem, foi elaborado o gráfico de frequência das chuvas que demonstra a distribuição dos episódios de chuva com quantidades variando entre 12 mm a 144 mm (Figura 135).

Figura 135 – Gráfico frequência das chuvas – transição inverno-primavera (1963-1999)



Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: SUDENE

Em alguns anos, a frequência das primeiras “chuvas de primavera” apresentou episódios com volume fraco e moderados de precipitação, porém em outros períodos a quantidade pluviométrica ocorreu com amplitudes elevadas atingindo totais que variaram de 76 mm a 144 mm. Nesse sentido, se pode afirmar que durante o período analisando, após o período de estiagem, as chuvas podem ser caracterizadas com quantidades fracas, moderadas ou extremamente elevadas em um curto período de tempo (24 h).

Tanto no período de maior intensidade pluviométrica (D-J-F), quanto o período de transição climática que se inicia as primeiras chuvas após a estiagem, atuam intrinsecamente na dinâmica dos processos erosivos na área de estudo. Portanto, são períodos que indicam o grau de vulnerabilidade da paisagem aos eventos pluviais intensos, sendo a “intensidade” pluviométrica o critério para definir a vulnerabilidade (Quadro 28).

Quadro 28 – Calendário de risco climático mensal – 1963-1999

Meses Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1963	Green	Blue	Blue	Blue	White	White	White	White	White	Blue	Blue	Blue
1964	Red	Blue	Blue	Blue	Blue	White	White	White	White	Blue	Blue	Blue
1965	Blue	Blue	Green	Blue	White	White	White	White	Blue	Blue	Green	Blue
1966	Blue	Red	Blue	Blue	Blue	White	White	White	Blue	Blue	Blue	Blue
1967	Blue	Green	Blue	Blue	White	White	White	White	Blue	Blue	Green	Red
1968	Blue	Green	Green	Blue	Blue	White	White	White	White	Blue	Green	Blue
1969	Blue	Blue	Green	Blue	Blue	White	White	White	White	Blue	Blue	Green
1970	Blue	Blue	Blue	Blue	White	White	White	White	Blue	Green	Green	Blue
1971	Blue	Green	Green	Blue	Blue	White	White	White	Blue	Blue	Green	Blue
1972	Blue	Green	Blue	Green	Green							
1973	Green	Red	Red	Green	White	Blue	White	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
1974	Blue	Blue	Green	Blue	Blue	White	White	White	Blue	Blue	Blue	Blue
1975	Blue	Green	Blue	Blue	White	White	Blue	White	Blue	Blue	Blue	Blue
1976	Green	Green	Blue	Blue	Blue	White	White	White	Blue	Blue	Blue	Blue
1977	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	White	White	White	Blue	Blue	Blue	Red
1978	Blue	Green	Red	Blue	Blue	Blue	White	White	White	Blue	Blue	Blue
1979	Red	Red	Blue	Blue	White	Blue	White	White	Blue	Blue	Blue	Blue
1980	Green	Red	Blue	Blue	White	White	White	White	Blue	Blue	Red	Blue
1981	Red	Blue	Green	Blue	White	White	White	White	Blue	Blue	Blue	Blue
1982	Red	Blue	Blue	Blue	White	White	White	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
1983	Green	Blue	Blue	White	White	White	White	White	Blue	Blue	Green	Blue
1984	Blue	Blue	Blue	Blue	White	White	White	Blue	White	Blue	Blue	Blue
1985	Red	Blue	Blue	Blue	Blue	White	White	White	Blue	Blue	Blue	Red
1986	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	White	White	White	Blue	Blue	Blue	Blue
1987	Blue	Blue	Green	Blue	Blue	White	White	White	Blue	Blue	Green	Blue
1988	Blue	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	White	White	White	Blue	Blue	Red
1989	Blue	White	Blue	Blue	Blue	Red						
1990	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	White	White	White	Blue	Blue	Blue	Green
1991	Red	Blue	Blue	Blue	Blue	White	White	White	White	Blue	Blue	Blue
1992	Green	Red	Blue	Blue	Blue	White	White	White	Blue	Blue	Green	Blue
1993	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	White	White	White	Blue	Blue	Green	Blue
1994	Green	Green	Green	Green	Blue	Blue	White	White	Blue	Blue	Blue	Blue
1995	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	White	White	White	White	Blue	Green	Blue
1996	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	White	White	White	Blue	Blue	Blue	Blue
1997	Green	Blue	Green	Blue	White	White	White	White	White	Blue	Blue	Green
1998	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	White	White	White	White	Blue	Blue	Green
1999	Blue	Green	Blue	White	White	White	White	White	White	Blue	Green	Green

Legenda

Vulnerabilidade elevada – intensidade pluviométrica: 375 mm - > 525 mm



Vulnerabilidade moderada/estável – intensidade pluviométrica: 200 – 375 mm



Vulnerabilidade baixa – intensidade pluviométrica: < 50 – 200 mm

Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Por meio do calendário de risco climático se pode induzir que na área de estudo apresenta meses com intensidade pluviométrica variando entre < 50 mm a 200 mm, conseqüentemente essa quantidade proporciona valores com vulnerabilidade baixa. Além desse aspecto, através do calendário de risco, pode-se espacializar, no sentido cronológico, em que período ocorreu as maiores quantidades pluviométricas e assim identificar os meses com seus respectivos anos indicando a vulnerabilidade moderada e elevada com episódios variando de 200 a > 525 mm, que inclusive incidiu expressivamente nos seguintes anos: 1973, 1978, 1979, 1980, 1981 e 1992.

Entre 1963-1999 os meses que apresentaram maior vulnerabilidade à paisagem foram janeiro, fevereiro, dezembro, entretanto, os meses de março e novembro também indicam risco (moderado e elevado), ou seja, são simplesmente esses meses que oferece risco elevado para a paisagem e conseqüentemente potencializam os processos erosivos.

Um dos aspectos mais importante é que as “pancadas de chuva” são extremamente agressivas aos solos, uma vez que a quantidade elevada, e considerando também sua distribuição espaço-temporal, além disso, dias seguidos de muita chuva podem implicar em saturação do solo.

Nesse sentido, é possível e provável que o solo não consiga infiltrar toda essa água da chuva que se concentra principalmente em D-J-F, tendo em vista que a capacidade de infiltração dos horizontes superficiais de alguns solos raramente ultrapassa segundo Boulet (2001) 50 mm/hora.

Assim, no tocante ao quadro pluvial, ocorrerão excedentes hídricos, que vão se acumular na superfície do solo e escoar pelo terreno, capaz de potencializar os focos erosivos na paisagem e conseqüentemente a presença de águas barrentas (Figura 136) que arrastam e depositam através do escoamento superficial hídrico quantidades significativas de sedimentos para áreas topograficamente mais rebaixadas. Essa dinâmica também causa impactos na paisagem como a redefinição dos canais de drenagens, a perdas de horizontes dos solos e logo potencializa o processo de arenização em Gilbués.

Figura 136 – Erosão hídrica e presença de águas barrentas (A) na zona rural de Gilbués



Fonte: Ivamauro Ailton de Sousa Silva, 2013

Na paisagem de Gilbués, os condicionantes e as energias atuantes no processo de arenização derivam e é resultado da ação das águas da chuva (regime intenso-concentrado), sobre áreas com solo exposto e do escoamento superficial que provoca a ruptura dos agregados e a liberação das partículas mais leves de solo, que se mantêm suspensas e propícias ao deslocamento. Portanto, a precipitação influencia principalmente no impacto das gotas que fragmentam os solos frágeis, sujeitos a desagregarem-se em partículas facilmente transportados, o que resulta na formação de uma crosta permeável. O escoamento concentrado transporta o solo removendo nutrientes e invadindo áreas com sedimentos, formando montes de areia ou extensas superfícies arenosas ao redor de arbustos, na cabeceira de rios/corpos hídricos promovendo o assoreamento da rede de drenagem (Figuras 137 e 138).

Figura 137 e 138 – Superfícies arenosas próximas à rede de drenagem – Gilbués



Fonte: Ivamauro Ailton de Sousa Silva, 2012 ; Eduardo Rodrigues, 2006

Ao mesmo tempo em que os solos com características suscetíveis a erosão favorecem a infiltração das águas pluviais, por terem uma alta permeabilidade, todavia, apresentam alta erodibilidade, devido ao seu elevado teor de areia, sobretudo fina e com presença de argilas, importantes fatores de agregação dos solos, apresentando, portanto baixo grau de coesão o que favorece a remoção de suas partículas, sobretudo quando desprovidos/ausência de cobertura vegetal.

Nesse sentido, a cobertura vegetal exerce importância na área de estudo, pois atua na defesa natural do terreno contra a erosão, assim o impacto das gotas de chuva, em solo exposto, com baixa densidade de vegetação, faz com que ele seja removido tornando o escoamento superficial concentrado, com repercussões imediatas no fluxo de terras para áreas mais baixas.

Ainda em relação à “intensidade pluviométrica”, o agricultor “Manuel Cirqueira” põe tristeza na voz quando fala da chuva, sempre bendita e esperada em qualquer terra do Nordeste:

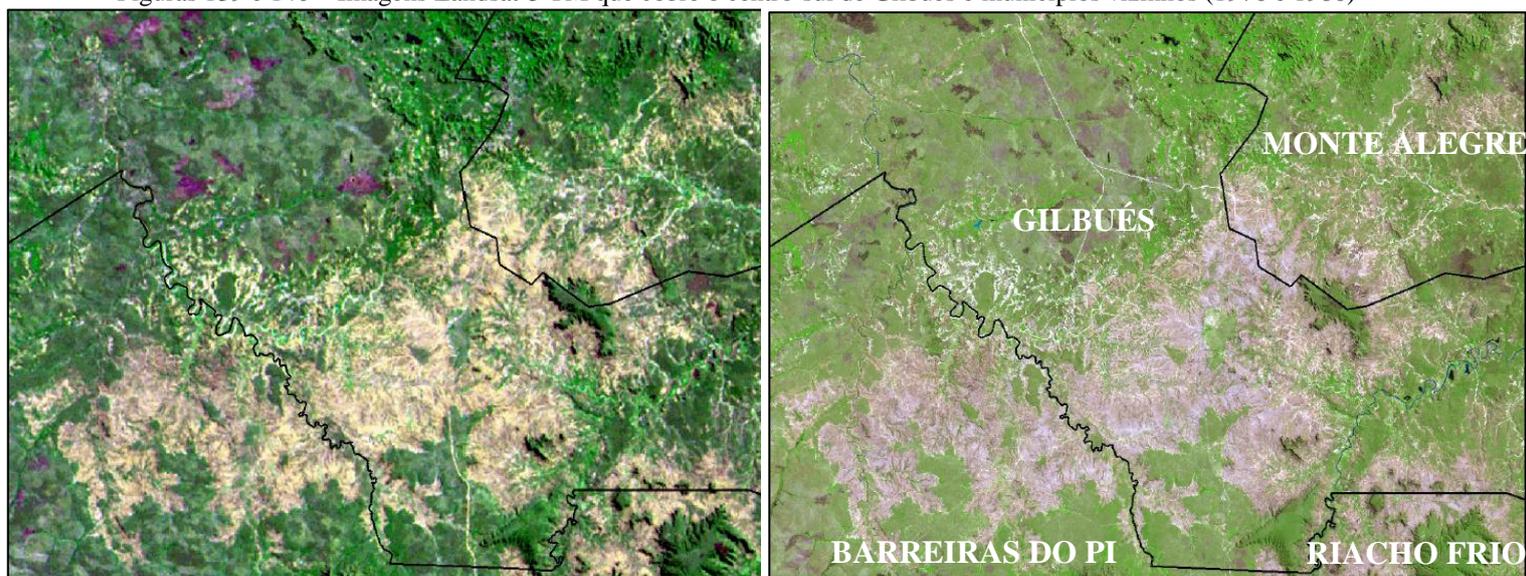
"Aqui, quando começa a chover é triste de ver a água escorrendo. A água abre grandes buracos por todos os lados. A chuva vai lavando a terra e abrindo mais voçorocas".

Desta forma, deve-se centralizar/dar ênfase a esse período, sobretudo dezembro-janeiro-fevereiro e setembro-outubro possibilitando desenvolver estudos e análises pluviométricas mais detalhadas acerca da duração e frequência do regime pluvial desse período. É necessário tecer informações/pesquisas que contemplem interfaces entre clima, relevo, solo, vegetação e uso da terra para proporcionar subsídios (prévios) acerca de questões sobre planejamento ambiental e territorial da área de estudo.

4.5 Análise da cobertura do solo de Gilbués (1976-2006) e a suscetibilidade à ocorrência da arenização no sudoeste piauiense

A partir das técnicas de processamento digital aplicadas às imagens orbitais oriundas dos satélites espaciais que recobre a parte sul de Gilbués abrangendo também porções territoriais dos municípios vizinhos, no período de 1976-1996, foi possível obter valores percentuais e distribuição da classe em que se desenvolve o processo de arenização, identificada como “solo exposto” (Figuras 139, 140, 141 e 142).

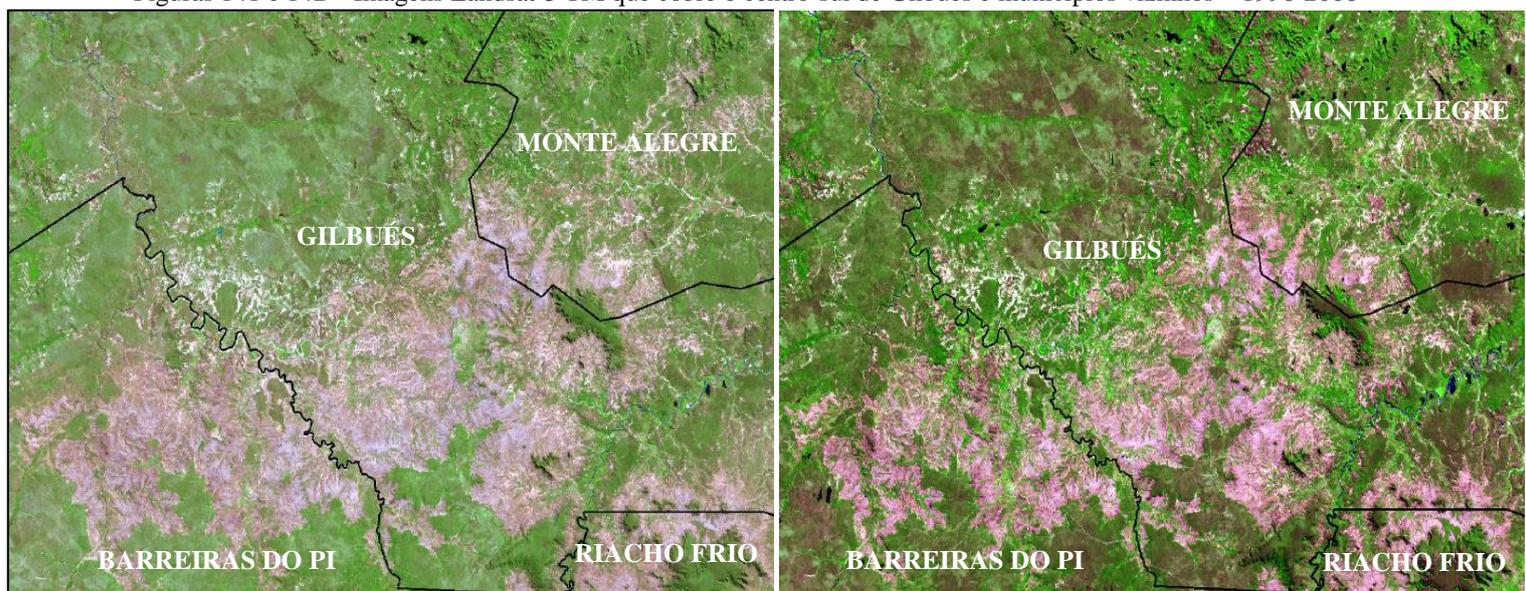
Figuras 139 e 140 – Imagens Landsat-5 TM que cobre o centro-sul de Gilbués e municípios vizinhos (1976 e 1986)



Fonte: INPE

Elaboração: adaptado de CREPANI et. al. (2008)

Figuras 141 e 142 – Imagens Landsat-5 TM que cobre o centro-sul de Gilbués e municípios vizinhos – 1996-2006



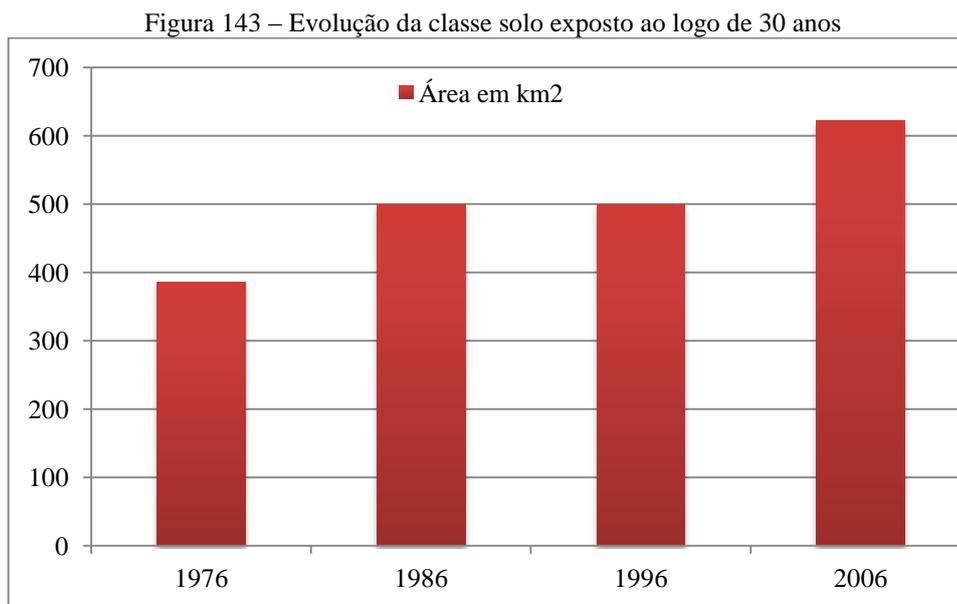
Fonte: INPE

Elaboração: adaptado de CREPANI et. al. (2008)

As imagens orbitais do LandSat TM (1976-2006) apontam uma dinâmica que chama a atenção. De forma “visual” é interessante notar a estabilidade da mancha de solo exposto ao longo de 30 anos desenvolvida na porção sul do município de Gilbués estendendo para municípios vizinhos (Barreiras do Piauí a sudoeste, Monte Alegre do Piauí a Nordeste e Riacho Frio a Sudeste).

Assim, por meio das imagens LandSat TM que oferece uma observação “generalizada” da abrangência do processo, nota-se que esse comportamento “estabilizado” da mancha de solo exposto aparentemente não variou ou não apresentou ampliação expressiva na área, parecendo manter-se sempre igual em 30 anos, porém com a quantificação da classe

indicada por Crepani et. al. (2008) de “solo exposto” houve um aumento de 60% dessa classe entre 1976-2006. A quantificação do solo exposto entre 1976-2006 (Figura 143) destaca a abrangência (área km²) e a evolução da classe, no qual, apresenta as seguintes dinâmicas: a) aumento significativo do solo exposto principalmente entre 1976 a 1986; b) estabilidade do solo exposto entre 1986 a 1996; c) evolução do solo exposto no período de 1996-2006, apresentando crescimento de 123 km².



Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Fonte: CREPANI et. al. (2008)

Conforme o gráfico da figura 143 nota-se uma dinâmica acerca da evolução do solo exposto. Primeiro, um crescimento expressivo de 113 km² entre 1976-1986 e um cenário de estabilidade verificado entre 1986-1996 e posteriormente um aumento entre 1996-2006. A ocorrência desta dinâmica pode estar associada ao regime pluviométrico e ao uso e ocupação do solo pelas atividades antropogênicas.

Detalhando um pouco mais essa dinâmica referente à evolução e estabilidade do solo exposto, podemos destacar as seguintes investigações: a) o aumento do solo exposto entre 1976-1986 está relacionado com a dinâmica pluvial, pois foi nesse período em que se registrou “anos” com volumes pluviométricos mais elevados, ocorrendo principalmente regime habitual e chuvoso, inclusive o calendário de risco destaca vulnerabilidade elevada em vários meses nesse período; b) entre 1986-1996 a pecuária cresceu 65% (aumento na quantidade de rebanho), induzindo ao crescimento do desmatamento e queimadas. Mesmo com a expansão dessa atividade, isso não contribuiu para o crescimento das áreas de solo exposto, pois nesse período ocorreu estabilidade e aumento de apenas 0,5 km² de solo

exposto; c) a estabilidade do solo exposto entre 1986-1996, novamente pode estar associada com o regime pluviométrico, nesse período a análise pluvial indicou a ocorrência de anos mais “secos” com quantidades pluviométricas bem inferiores do que os nos de 1976-1986.

Ao unificar os dados pluviométricos com a quantificação do solo exposto adquiridos através de técnicas de processamento digital, constata-se, por exemplo, a relação entre quantidade pluvial e a dinâmica da cobertura do solo. Nesse sentido, é bastante considerável a influência/participação das chuvas no aumento das áreas de solo exposto em Gilbués. Portanto, se pode afirmar que o aumento do regime pluviométrico ocasiona resultados imediatos na evolução e ampliação do solo exposto, pois além da chuva, envolverá outros elementos da paisagem como a estrutura litológica, características do solo, cobertura vegetal, aos processos morfodinâmicos, fatores que promovem a erodibilidade dos solos, a reativação de sedimentos em cabeceiras de drenagens.

4.5.1 Suscetibilidade geombiental da paisagem ao processo de arenização

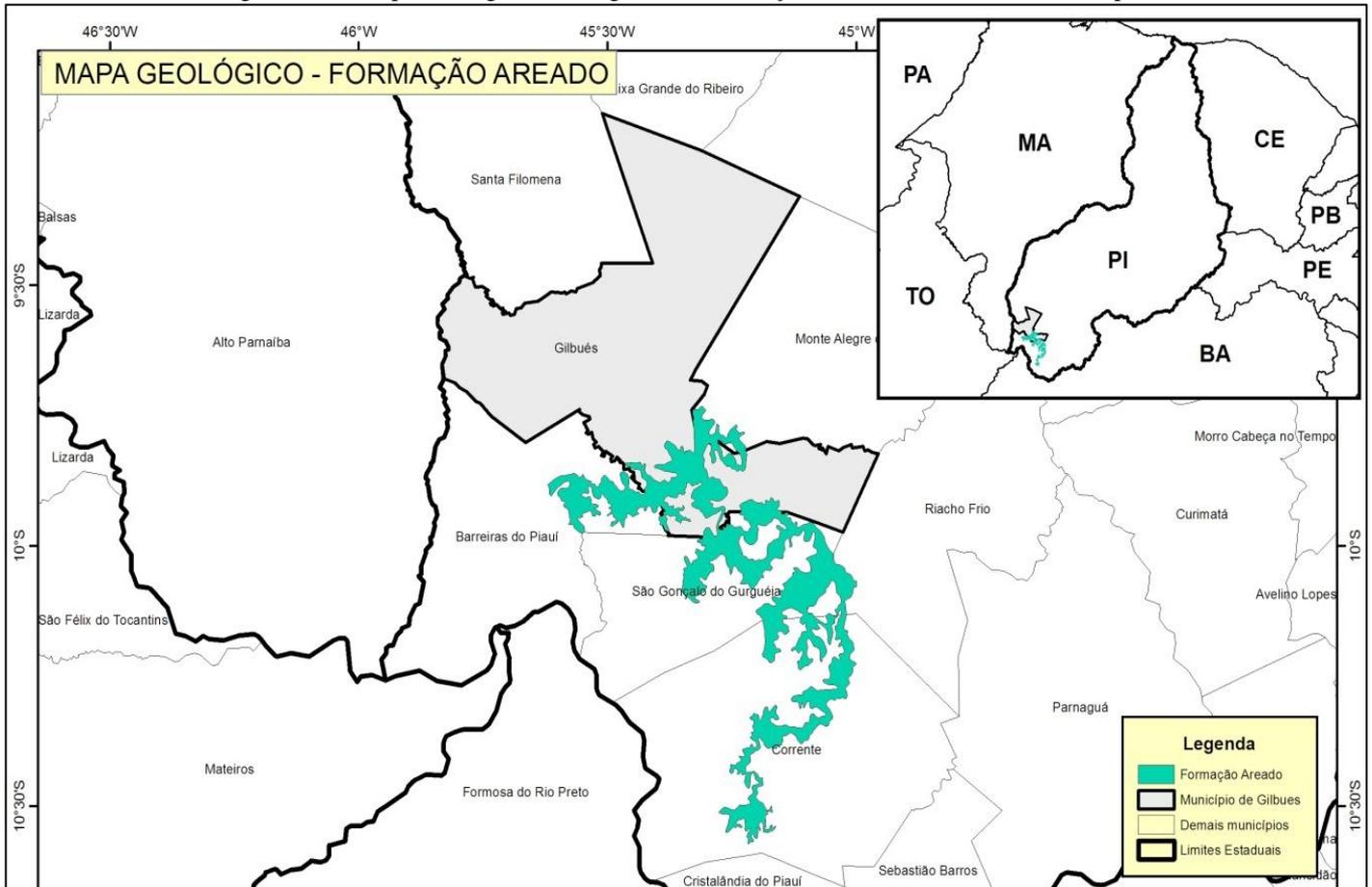
Litologicamente, o processo de arenização apresenta as seguintes características:

a) desenvolvido em uma litologia de natureza arenítica e quartozo-arenosa pertente à Formação Areado em contato com a Formação Urucuia e de forma restrita com poucas rochas da Formação Poti; b) a formação Areado é descrita pela literatura como ambiente deposicional (fluvial, deltaico, lacustre e eólico) possivelmente formados em clima desértico a semiárido; c) topograficamente ocupa os patamares mais baixos em relação ao nível superior (Urucuia).

Assim, é evidente a fragilidade morfogénica da área, em decorrência da vulnerabilidade dessa unidade litológica às condições climáticas (intensa radiação solar e temperaturas elevadas) e, sobretudo aos eventos pluviométricos concentrados. É interessante revelar que esse substrato rochoso ocorre apenas no sudoeste do Piauí, abrangendo além de Gilbués mais 5 municípios: Monte Alegre do Piauí, Riacho Frio, Barreiras do Piauí, São Gonçalo do Gurguéia e Corrente (Figura 144).

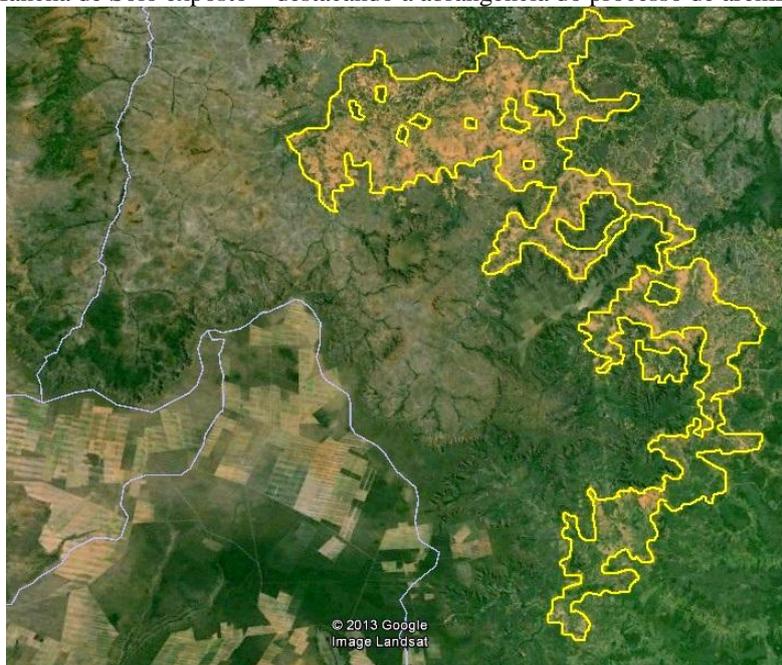
Ao analisar o mapa da formação geológica Areado com a imagem orbital adquirida através do Google Earth (Figura 145), nota-se uma extraordinária relação com a mancha de solo exposto, ou seja, o processo de arenização tem um protótipo de localização, sendo a característica básica é ocorrer em área ocupada por terrenos litológicos da Formação Areado, que abrange espacialmente os municípios ao sul de Gilbués.

Figura 144 – Mapa Geológico - abrangência da formação Areado em Gilbués e municípios vizinhos



Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Figura 145 – Mancha de Solo exposto – destacando a abrangência do processo de arenização no sudoeste do PI

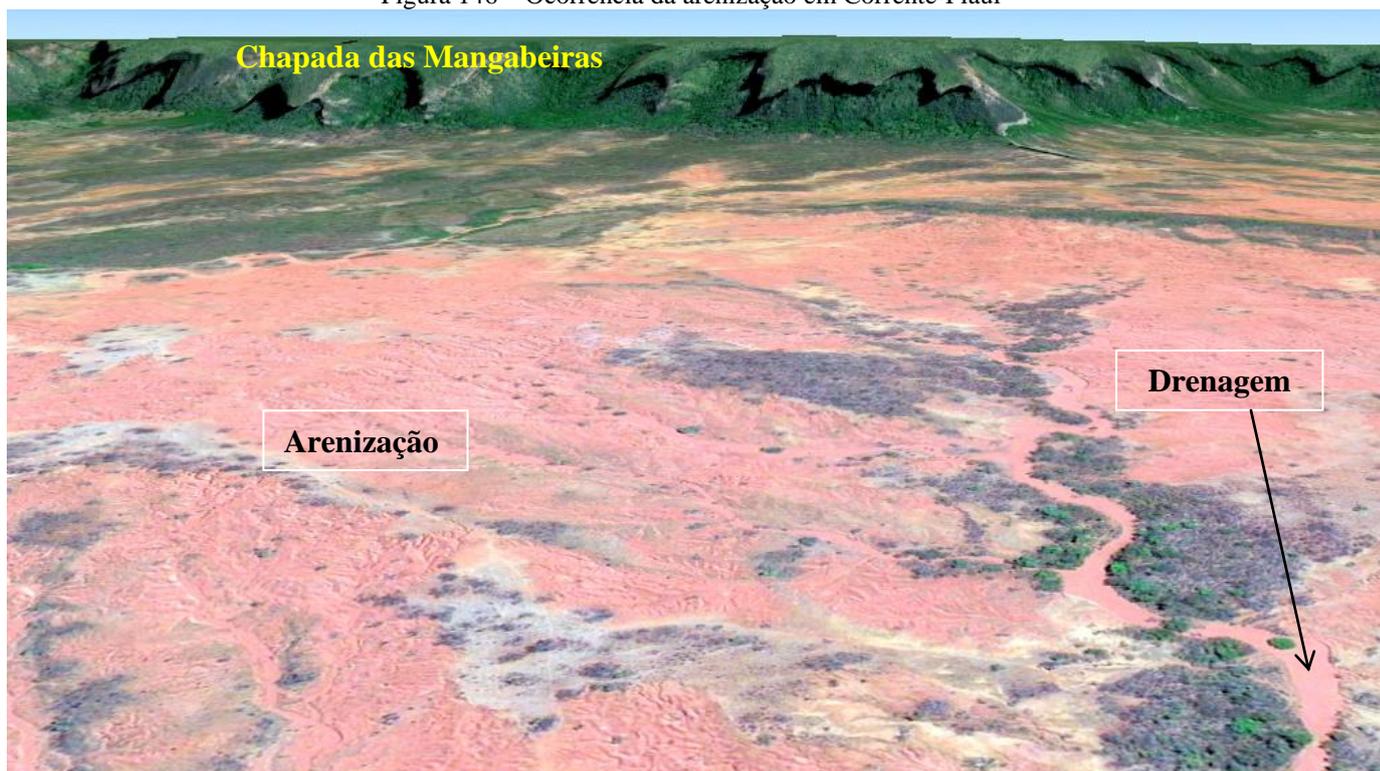


Fonte: GOOGLE EARTH, 2013

Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

As imagens orbitais adquiridas através do Google Earth permitiram identificar a ocorrência processo de arenização. No caso específico do município de Corrente e São Gonçalo do Gurguéia, o processo margeia/limita-se a sopé/encosta da Chapada das Mangabeiras, estrutura topográfica pertencente à Formação Urucuia (Bacia do São Francisco) e situa-se próximo a dispersão de drenagens (Figura 146).

Figura 146 – Ocorrência da arenização em Corrente-Piauí



Fonte: GOOGLE EARTH, 2011

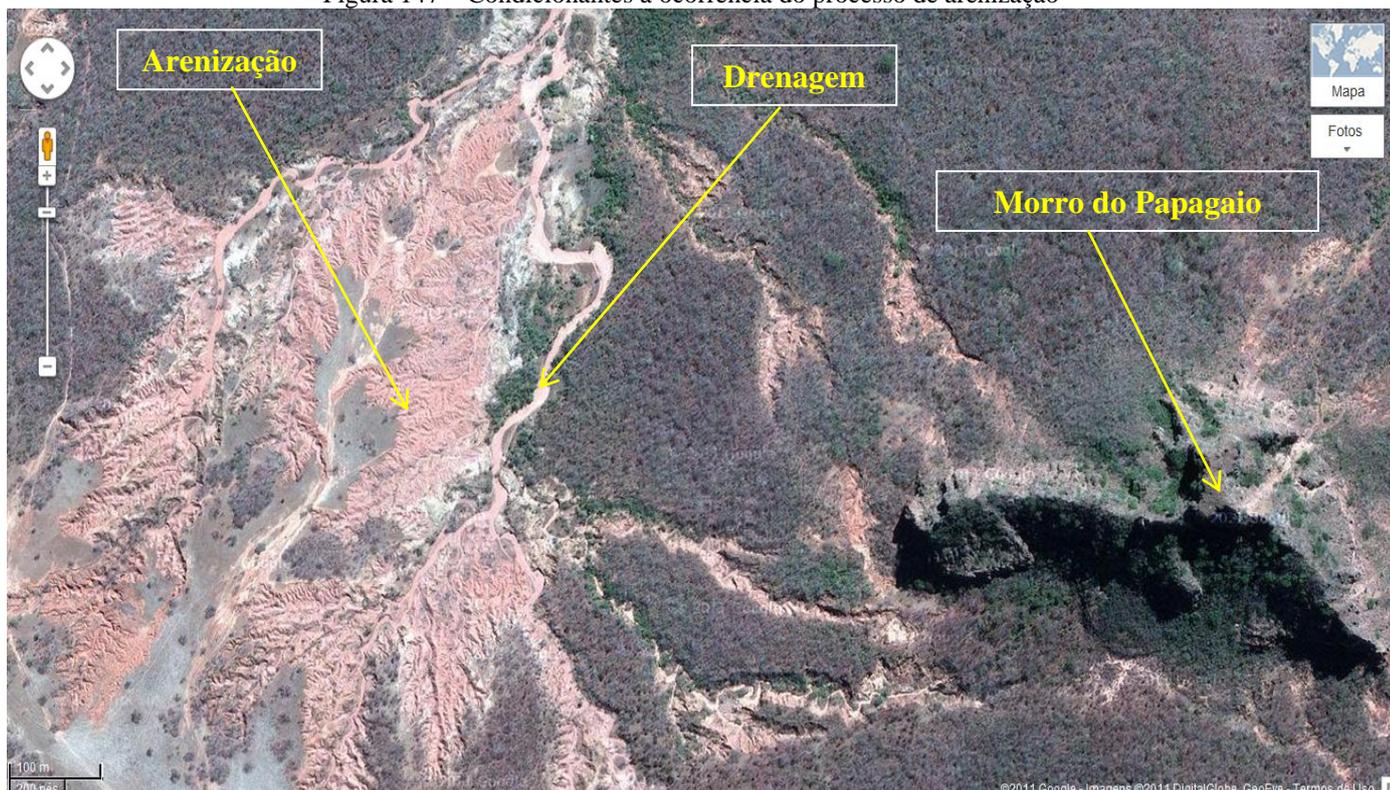
Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

A partir dos trabalhos de campo e das técnicas de processamento digital aplicadas às imagens orbitais oriundas dos satélites espaciais, nota-se que os setores mais conservados estão localizados em níveis topográficos mais elevados e também no topo dos morros onde apresentam cobertura vegetal conservada e com porte arbóreo mais denso. As unidades topográficas como a Serra da Mangaba, Serra do Caracol, Serra da Alagoinha, Morro do Papagaio e Chapada das Mangabeiras, são testemunhas desta dinâmica e estão associadas a litologia mais resistente.

Já as áreas intensamente degradadas se situam em patamares altimétricos mais rebaixados, assentadas em solo do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo e se localizam encravadas em torno de morros, com vegetação rasteira desenvolvida de forma raquítica em superfícies levemente onduladas com predominância marcante da dissecação do relevo. Além dessas características, a suscetibilidade da paisagem ao processo de arenização está muito

associado ao escoamento hídrico, ao fluxo da drenagem e as rampas no entorno de morros/serras e escarpas e comuns também em topografias isoladas (Figura 147). Essa análise toma como pressuposto que o processo ocorre em unidades da paisagem que apresentam aptidão natural para a ocorrência de processos erosivos do solo e consequentemente a gênese e desenvolvimento de focos areno-argiloso em forma de leque.

Figura 147 – Condicionantes à ocorrência do processo de arenização



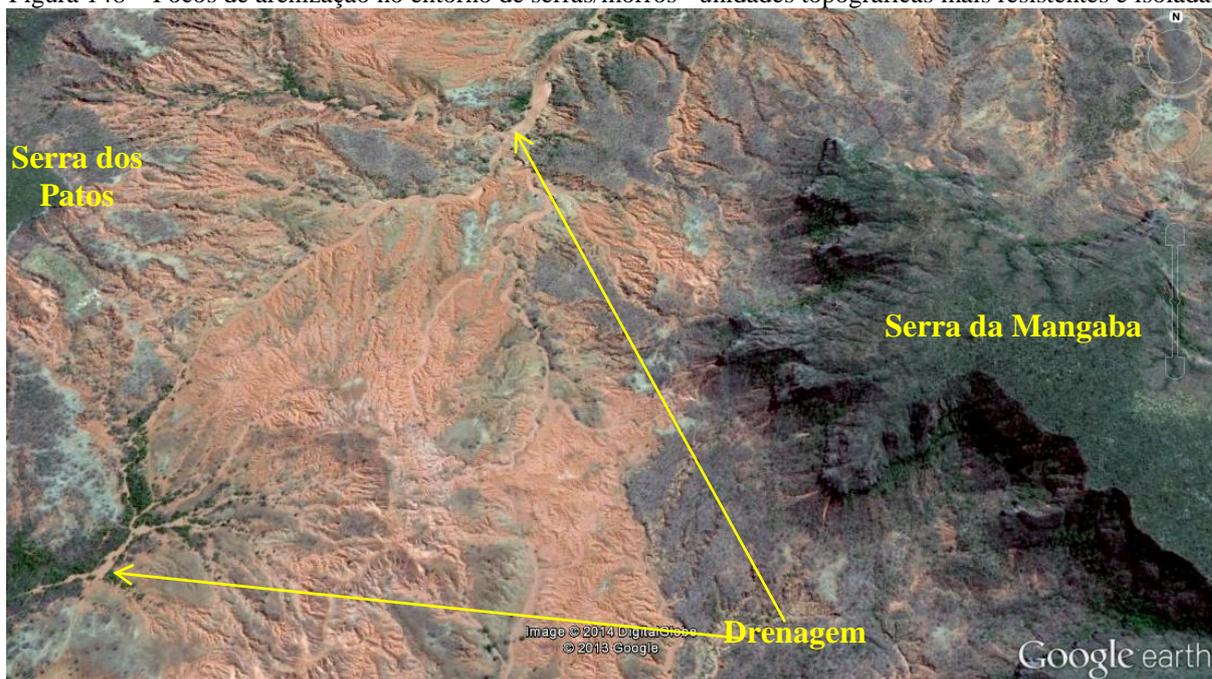
Fonte: GOOGLE EARTH, 2011

Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

Essa dinâmica se associa aos fluxos hídricos superficiais em canais fluviais, desencadeados em geral no entorno das topografias mais elevadas (Serras, Morros e Chapadas), em cabeceiras de drenagem, onde o solo é erodido pela ação das águas da chuva que durante os períodos de maior intensidade pluviométrica (dezembro-janeiro-fevereiro) potencializam e aceleram os processos morfodinâmicos desenvolvendo erosão do tipo lateral e regressiva, consequentemente alargando as suas bordas.

Assim, a conexão entre chuva, processos geomorfológicos, atuam na remobilização hídrica, desagregação, remoção, transporte, deposição do material areno-argiloso em áreas no entorno de chapadas, serras e morros, desenvolvendo áreas imensas com solo exposto, deixando algumas unidades topográficas (serras, morros, chapadas) isoladas em relação ao conjunto do relevo que circundam a área degradada (Figura 148).

Figura 148 – Focos de arenização no entorno de serras/morros - unidades topográficas mais resistentes e isoladas



Fonte: GOOGLE EARTH, 2013

Elaboração: Ivamauro Ailton de Sousa Silva

As áreas onde se desenvolve o processo de arenização se trata de ambiente de sedimentação que devido a disposição topográfica, apresenta superfícies profundamente retalhadas que facilita rápido escoamento das águas provenientes das partes mais elevadas, contribuindo para o fluxo acelerado de terra e conseqüentemente favorecendo a regressão das serras, morros e chapadas em um tempo cronológico muito amplo.

A partir da interpretação e análise da dinâmica do processo de arenização, conforme o conhecimento obtido até o momento tem-se como principais condicionantes à ocorrência da arenização os seguintes fatores geoambientais:

- ✚ Estrutura Litológica: substrato arenoso, no qual, a ação dos processos erosivos que ocorre sobre as rochas da Formação Areado fragmentam as porções mais friáveis e menos resistentes ocasionando o transporte dos sedimentos, restando apenas as porções mais resistentes, em alguns terrenos as rochas-mãe sempre estão expostas;
- ✚ Características do solo: o Argissolo Vermelho-Amarelo tipo de solo são bem evoluídos e profundos, constituídos de uma camada areno-argilosa facilmente saturável e pouco consolidada, sobreposta em horizontes impermeáveis, possui minerais pouco resistentes ao intemperismo. No horizonte “B” apresenta quantidade de microporos muito maior do que o horizonte “A” devido a maior concentração de argila, isso aumenta o tempo de água disponível no perfil “B”. Com a ocorrência de eventos pluviométricos intenso-concentrados, nesta área com Argissolos,

consequentemente impossibilita a rápida infiltração/absorção da chuva devido à água permanecer acumulada no horizonte superficial “B”. Esse tipo de solo se dissolve com facilidade, destituindo os horizontes, isso consequentemente torna os processos erosivos acentuados na área de estudo;

- ✚ Aspectos Geomorfológicos: terrenos com superfícies levemente onduladas e conjunto de altos planaltos, morros/chapadas que foram isoladas pelo trabalho da dissecação e também predomínio de serras e morros testemunhos que estão em fase de regressão. Essas unidades topográficas são evidências do isolamento em relação ao conjunto altimétrico superior, porém foram conservadas por um revestimento arenítico mais resistente. O rebaixamento da área em relação aos patamares topográficos adjacentes constituiu uma depressão encravada caracterizando uma área topograficamente rebaixada com extensos pediplanos onde patamares em degraus são formados devido à presença de níveis mais resistentes. As áreas em que ocorre o processo de arenização, o relevo apresenta-se inclinado em direção aos fundos de vales do rio Uruçuí-Vermelho e Gurguéia com interflúvios estreitos e altimetria entre 395 a 449 metros, correspondem áreas levemente onduladas, com morfogênese acelerada e rampas dissecadas em ravinas e voçorocas que favorecem a ação dos processos erosivos;
- ✚ Cobertura Vegetal: Campo Limpo/Campo Cerrado – vegetação extensivamente degradada, presença de alguns arbustos e árvores anãs conectadas ao tapete herbáceo com gramíneas. Esse tipo de vegetação (rasteira - desprovidas de folhas) não oferece suporte para proteger o solo contra impactos da gota da chuva e também não impede a concentração do escoamento superficial;
- ✚ Rede de drenagem: fluxo fluvial - apresenta forma convergente, isso facilita o escoamento se concentrar no local onde a drenagem se instala. A condição hidrográfica se relaciona a um forte potencial erosivo por entalhamento das águas na forma de pequenos cursos d’água que atuam regressivamente na dissecação da área por erosão linear em função do desnível topográfico ou obstáculo promove a mobilização de material pelo escoamento hídrico (difuso) e facilita a reativação de sedimentos coluviais em cabeceiras de drenagens;

- ✚ Dinâmica hídrica: disponibilidade de água e não a escassez como no caso de áreas desertificadas. A dinâmica da água nesses solos está associada a processos superficiais concentrado, que originam sulcos, ravinas e voçorocas;
- ✚ Regime e intensidade pluviométrica: caracterizado por quantidades pluviométricas em torno de 1.200 mm anuais, desigual distribuição ao longo do ano, principalmente a predominância de chuvas intenso-concentradas (dezembro-janeiro-fevereiro) e ainda a análise pluviométrica diária, relevou a ocorrência de chuvas “torrenciais” atingindo volume de 144 mm. Após a estiagem que tem duração entre 3-5 meses, as primeiras “chuvas de primavera” tem um comportamento enérgico (agressivo) para o solo que está ressecado e a vegetação degradada, ou seja, estão em condições de suscetibilidade devido às condições climáticas como a intensa radiação solar, temperaturas elevadas, baixos índices de umidade relativa do ar e também o déficit hídrico relacionado à ausência de chuva. Essas características pluviais são condicionantes fundantes na dinâmica dos processos erosivos na área;

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que a dinâmica pluviométrica da área de estudo ainda é pouco conhecida, iniciou-se o presente trabalho com o objetivo principal de compreender e caracterizar o quadro pluvial desta área, na tentativa de verificar o comportamento, as variações e as excepcionalidades no regime e no ritmo das chuvas.

Conforme os dados, o regime pluviométrico de Gilbués se mostrou bem heterogêneo durante o ano, podendo atingir entre 820 mm a 1840 mm, ou seja, isso evidencia uma imensa amplitude pluviométrica, indicando uma nítida variação pluvial entre os períodos analisados.

O desenvolvimento da pesquisa exigiu diferentes níveis de análise do fenômeno pluvial (anual, mensal e diário). Assim, trouxe a necessidade de apresentar não apenas com os dados mensais, mas em função de definir melhor a intensidade das chuvas, foram utilizados também, totais diários de chuva em 24 horas da Rede Hidroclimológica da SUDENE.

O grande volume de dados gerou um enorme número de informações e gráficos que somente foi possível analisar depois do emprego de procedimentos metodológicos que possibilitaram a definição de uma representação objetiva da dinâmica pluviométrica e seus impactos pluviais na área de estudo. Neste sentido, pode-se dizer que o entendimento da dinâmica pluviométrica foi fundamental para determinar a vulnerabilidade da paisagem aos eventos pluviais intensos dando consistência interpretativa e simbólica para a quantidade pluviométrica mensal.

Do extenso número de dados, levantamentos, métodos, técnicas empregadas e resultados alcançados neste trabalho e da árdua disposição de testar novos caminhos. Ao finalizar esta pesquisa pode-se enfatizar que através da análise pluviométrica, foi possível identificar distintas características e comportamentos e dinâmica da chuva. Tais aspectos, quando relacionados diretamente com a litologia, solo, relevo, cobertura vegetal, drenagem, criam uma rede de conexão que expressa diferentes respostas das variáveis já mencionadas.

A análise pluviométrica diária acerca da ocorrência de eventos extremos na transição inverno-primavera foi fundamental para o reconhecimento do risco e dos impactos que as primeiras chuvas após o período seco causam na paisagem e assim possibilitou avaliar a vulnerabilidade ambiental considerando a intensidade pluviométrica. Por meio das imagens orbitais foi constatado que o regime pluviométrico exerce influência sobre a distribuição na classe temática “solo exposto”.

Embora esta pesquisa atue como forma divergente dos trabalhos já desenvolvidos na área de estudo que é indicada como típica de desertificação, os conceitos e a elucidação apresentada sobre desertificação e arenização, proporcionaram compreender as características e diferenças geoambientais para, assim definir, o termo mais adequado para indicar a degradação dos solos em Gilbués. Conforme os conceitos e os aspectos geoambientais das áreas suscetíveis à desertificação considerou mais adequado enquadrar o processo que atinge o município de Gilbués como sendo de “arenização”, devido às características climáticas definirem:

- a) precipitação média situa-se em torno de 1.200 mm/ano;
- b) carência de baixos índices pluviométricos;
- c) ausência de períodos secos muito longos, visto que na área de estudo, o período seco frequentemente tem duração de 3-5 meses;
- d) predominância de um período chuvoso que repetidamente tem duração de 7-9 meses;
- e) a precipitação é caracterizada por regime intenso-concentrados;
- f) ausência de aridez

Além destas evidências climáticas, acrescentam-se ainda os aspectos geológicos como a estrutura litológica composta de arenitos, aos tipos de solo com características areno-argiloso, a abundância e disponibilidade hídrica (rios perenes e aquíferos), vegetação (Cerrado), além dos processos morfodinâmicos que sucede na paisagem, são condicionantes e aspectos geoambientais totalmente diferentes das áreas em que ocorre o processo de desertificação no nordeste brasileiro.

O fato da paisagem do município de Gilbués não se constituir como área suscetível à desertificação, não significa desfavorecer e abandonar os problemas ambientais que ali ocorrem e tampouco a urgência de delinear políticas e ações de planejamento e controle para a recuperação das áreas degradadas.

O processo de arenização tem um padrão de localização sendo a característica básica (predisposição) é ocorrer em área ocupada por rochas da Formação Areado em contato com a Urucuia e coberta por solos do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo e ainda com predomínio da vegetação rasteira e herbáceas, portanto está circunscrito a uma determinada situação geoambiental que ocorre apenas no sudoeste do Piauí e não se repercutirá fora dessa abrangência.

A vulnerabilidade da paisagem está relacionada tanto nos meses em que se registram maiores intensidades pluviométricas (dezembro-janeiro-fevereiro) quanto no período da chamada transição climática (termino da estiagem e inicio da chuva). Isso se fundamenta na

seguinte investigação: a) no período chuvoso a concentração pluvial entre dezembro-fevereiro ocasiona saturação no solo que atinge limite máximo de armazenamento de água, induzindo aos riscos de processos morfogênicos por meio da erosão superficial hídrica; b) ventos quentes e secos influenciam na mobilização do material (partículas de solo ressecado); c) após a estiagem, a paisagem está suscetível aos processos erosivos e com a ocorrência de chuvas intensas nesse período, contraem o solo e favorece o espalhamento (desagregação) das partículas para áreas adjacentes e rebaixadas contribuindo para a dissecação do relevo, e conseqüentemente a potencialização de focos erosivos na paisagem.

A suscetibilidade da paisagem ao processo de arenização está muito associado ao escoamento hídrico, à rede de drenagem e as rampas no entorno de morros/serras. Assim, estes condicionantes são os principais fatores geoambientais à ocorrência no processo de degradação ambiental em Gilbués.

De um modo geral, percebe-se que as variações litopedológicas e topográficas respondem pelas diferentes formas de degradação ambiental, uma vez que definem os padrões de drenagem, ao tipo de escoamento superficial e todas as variáveis envolvidas nos processos morfogenéticos e morfodinâmicos.

Diante do cenário apresentado, o processo de arenização, tem relação mais expressiva com os condicionantes geoambientais do que as atividades antropogênicas. A área intensamente degradada se encontra espacialmente distante das áreas ocupadas pela agricultura moderna e a atividade mineradora se localiza de forma restrita induzindo a uma degradação muito pontual, sobretudo ocorrendo na divisa com o município de Monte Alegre do Piauí. No que se refere à pecuária, mesmo com o crescimento de 65% dessa atividade entre 1986-1996 não influenciou no aumento do solo exposto nesse período.

A degradação ambiental que abrange também espacialmente os municípios vizinhos ao sul de Gilbués (Riacho Frio, Barreiras do Piauí, São Gonçalo do Gurguéia e Corrente), não tem relação com a mineração de diamantes, pois nesses municípios, não ocorreu práticas de mineração, mas apresentam focos de arenização típicos da área de estudo.

Quanto à extensão do processo de arenização em Gilbués, conforme a elaboração do mapa de cobertura e uso de 2009 a área degradada (solo exposto e areal) abrange 445 km² corresponde a 12,75 % da área territorial do município.

Com a finalização da pesquisa, a compreensão que se tem, pelo conjunto de informações e dados levantados é que o processo de arenização resulta de um fenômeno complexo relacionado com a evolução da paisagem, que está em constituição recente de clima mais úmido. Sob condições climática mais úmida a paisagem se modifica, alterando as formas

das vertentes, tornando os processos morfogenéticos e morfodinâmicos mais intensos. Esses processos atuam respectivamente dependendo do regime das chuvas em cada dia, mês e ano.

Nesta pesquisa, os objetivos gerais traçados foram cumpridos, possibilitando o entendimento da influência dos diferentes fatores geoambientais no processo de arenização. Contudo, demandou uma abordagem que permitisse tanto uma análise espacial e temporal como integrada, mostrou-se satisfatória, pois permitiu identificar os períodos de maior intensidade pluviométrica e além de identificar os locais onde se desenvolvem o processo de arenização, cuja integração levou à espacialização das áreas suscetíveis ao processo de arenização.

Para o desenvolvimento de futuros trabalhos na região são necessários estudos sobre:

- a) a duração do período chuvoso, ou seja, detalhar a análise pluviométrica diária objetivando verificar em quanto tempo (minutos ou horas) ocorre uma quantidade pluviométrica intensa;
- b) as características da precipitação sobre áreas com suscetibilidade à processos erosivos com o intuito de compreender melhor os “tipos de chuva” que causam erosão nos solos;
- c) a erosividade da chuva e erodibilidade dos solos;
- d) o comportamento das vertentes, bem como a evolução e a dinâmica dos processos atuantes entre topografias mais elevadas e no relevo mais rebaixado, focalizando análises em áreas onde predominam fluxos sedimentares, próximo a rampas em torno de chapadas, morros e serras;
- e) a dinâmica hídrica associada à rede de drenagem/microbacias, uma vez que a condição hidrográfica apresenta um forte potencial erosivo das águas;
- f) as práticas e os impactos da pecuária na paisagem de Gilbués, visto que, foi a primeira atividade antrópica e marcou o início da ocupação da região na segunda metade do século XVII, e praticada até os dias atuais. Sem dúvidas esta atividade promoveu transformações e impactos na paisagem, pois foi desenvolvido de forma tradicional (Pecuária extensiva) ao ocupar grandes extensões de terra;

Em função dos aspectos apresentados nesta pesquisa e considerando a fragilidade da paisagem de Gilbués para realizar análises que permitam intervenção na área de estudo, recomenda-se:

- a) transformar o espaço onde se desenvolvem os solos expostos em área de preservação ambiental;
- b) realizar ações de preservação e recuperação de feições Geomorfológicas, com destaque para as formas de relevo residuais sedimentares com formas tabulares, bordas escarpadas,

rampas longas e terrenos com declividade acentuada que favorecem a ocorrência de processos erosivos;

c) promover a recuperação dos cursos fluviais que apresentam margens arenosas propícias à ocorrência de processos erosivos

d) criação de um núcleo de recuperação de áreas degradadas próximos a cabeceiras de drenagens, em áreas com rampas no entorno de serras e morros;

e) preservar os solos Argissolo Vermelho-Amarelo com a cobertura vegetal nativa;

f) evitar práticas mecânicas que promovem grande mobilização do solo;

g) impedir que o solo permaneça descoberto, pois isto evita que ele seja transportado e depositado em locais rebaixados;

h) prevenir prática de pecuária (abusiva/superpastoreio) e combater a utilização do fogo nas áreas de malhadas/solo exposto que venham proporcionar maior sensibilidade ao solo (ressecamento);

i) promover pesquisas interdisciplinares e minuciosas com interfaces entre outras áreas do conhecimento;

j) implementar um plano Estadual de combate à degradação ambiental/arenização no sudoeste piauiense;

Os condicionantes e as diferentes perspectivas de análise e interpretação do processo de arenização indicam a complexidade da temática, permitindo percebê-la de forma mais abrangente e integrada. Assim, para o desenvolvimento de pesquisas sobre arenização, é necessário tecer considerações sobre a interação entre os componentes do meio físico, bem como a análise geoambiental integrada (enfoque geossistêmico).

É imprescindível fazer diversas análises regionais e locais, em escalas apropriadas e compatíveis, levando-se em consideração a grande diversidade climática, Geológica, morfopedológica e fitogeográfica de uma região. Os recursos tecnológicos, a obtenção de dados meteorológicos, já disponíveis, como as imagens de satélite e o uso de sistemas de informações geográficas, podem ser de grande contribuição.

Os resultados da dinâmica pluviométrica, encontrados neste trabalho, associados a levantamentos de outros elementos físicos relacionados aos fatores do processo de arenização, proporcionaram uma aplicação real da Climatologia Geográfica, no estudo do espaço, com possibilidade de oferecer suporte ao planejamento regional e local, não somente no tocante a aspectos pluviais, mas também no tocante a diferentes aspectos relacionados à análise ambiental.

Mesmo que tenha deparado com a dura realidade da pesquisa em Climatologia no Brasil, principalmente no que se refere à obtenção de dados, cabe afirmar que é fato abalizado a intenção de prosseguir nesta linha de investigação. Na expectativa de oferecer subsídios ao planejamento ambiental e territorial, sobretudo para as áreas em que ocorrem processos de degradação.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. Participação das superfícies aplainadas nas paisagens do nordeste brasileiro. **Geomorfologia**, São Paulo, p. 38. 1969
- _____. Da compartimentação das depressões Periféricas e superfícies Aplainadas na compartimentação do Planalto Brasileiro, in: **Geomorfologia** 28, IGEO/USP, São Paulo, 1972.
- _____. **Problemática da desertificação e da savanização no Brasil intertropical**. Geomorfologia, 53. São Paulo: Instituto de Geografia. 1977.
- _____. **Os domínios de Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial. p. 83-100. 2003
- ACCIOLY, L. J. O. Degradação do solo e desertificação no Nordeste do Brasil. **Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 25, n. 1, p.23-25, 2000
- ANTUNES, E. C. **Recuperação de áreas degradadas por meio de recomposição vegetal em solos arenosos no sudoeste goiano**. Tese de Doutorado em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiania, 2006.
- AQUINO, C. M. S. **Estudo da degradação/desertificação no Núcleo de São Raimundo Nonato – Piauí**. Tese de Doutorado em Geografia, Núcleo de Pós- Graduação em Geografia, Universidade Federal de Sergipe. 202 p. 2010.
- ASSAD, E. D. **Chuva no Cerrado: análise e espacialização**. Brasília: Embrapa Cerrados, 2001.
- BARROS, J. C.. **Gurguéia: espaço, tempo e sociedade**. Teresina: Halley, 2009. 508 p.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação dos solos**. Piracicaba: Livroceres, 1985.
- BELLANCA, E. **Uma contribuição a explicação da Gênese dos Areias do Sudoeste do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS: Dissertação (Mestrado em Geografia). 85 p. 2002
- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico. **Cadernos de Ciências da Terra**, São Paulo, n. 13, 1972.
- BOIN, M. N. **Chuvas e Erosões no Oeste Paulista: uma análise climatológica aplicada**. Rio Claro, UNESP. Tese de Doutorado. 264 p. 2000.
- BOULET, R. **Relatório de consultoria referente à primeira fase dos estudos realizados para a recuperação da voçoroca “Chitolina”, município de Mineiros-GO**. Jaguariúna: Fundação Emas, 2001.

BRASIL, Departamento de produção mineral - **Projeto RADAMBRASIL** - Parte das Folhas SC 23 Rio São Francisco e SC 24 Aracaju: Geologia, Geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra, Rio de Janeiro. 1973.

BRASIL. **III Conferência das Partes da Convenção das Nações Unidas sobre desertificação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Prática, 23 p. 1999.

BRASIL. **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca** - PAN-Brasil. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. 242p. 2004.

CAMPOS, J. E. G. & DARDENNE, M. A. - Estratigrafia e Sedimentação da Bacia Sanfranciscana: uma revisão. **Revista Brasileira de Geociências**, 27, p. 269-282, 1997.

CAVALCANTI, A. P. B. **Métodos e técnicas de análise ambiental**: guia de estudos para o meio ambiente. Teresina: UFPI/CCHL/DGH, 2006.

CAVALCANTI, L. S. **Geografia, escola e construção de conhecimentos**. Papirus: Campinas, 1998

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 236 p. 1999.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. **Projeto de Cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Diagnóstico do município de Gilbués-Piauí**. 2004.

CONTI, J. B. Desertificação nos trópicos. **Proposta de metodologia de estudo aplicada ao Nordeste Brasileiro**. Tese de Livre Docência. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, São Paulo, 1995.

CONTI, J. B. A questão climática do nordeste brasileiro e os processos de desertificação. **Revista Brasileira de Climatologia**. Vol. 1, No 1, 2005.

CREPANI, E. e MEDEIROS, J. S. de. **Intensidade pluviométrica: uma maneira de tratar dados pluviométricos para análise da vulnerabilidade de paisagens à perda de solo**. São José dos Campos: INPE, 2004.

CREPANI, E.; MEDEIROS J.S. de; PALMEIRA, A.F.; SILVA, E. F. da – **Relatório do Banco de Dados Geográficos de parte do Núcleo de Desertificação de Gilbués (Municípios de Gilbués e Monte Alegre do Piauí)**. São José dos Campos: INPE, 254 p. 2008.

CUNHA, S. B. & GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental. In: Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. (Org). Geomorfologia e Meio Ambiente. 1ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 337-379. 1996.

DINIZ, J.A. **A área centro-ocidental do Nordeste**. Recife: SUDENE, v8. Série Estudos Regionais. 1982.

DREW, D. **Processos Interativos homem-meio ambiente**; Man-environment processes- SANTOS, J. A. Tradução. 4ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - **Embrapa Meio Norte** (Disponível em <http://www.cpamn.embrapa.br/>)

FERREIRA, D. G. **A desertificação no Nordeste do Brasil: diagnóstico e perspectiva**. In: Conferência Nacional e Seminário Latino-Americano da Desertificação, Fortaleza: UFPI/Teresina - Núcleo Desert. 1994.

GALVÃO, A. L. C. O. **Reconhecimento da susceptibilidade ao desenvolvimento de processos de desertificação no nordeste brasileiro, a partir da integração de indicadores ambientais**. Brasília, UnB. Tese de Doutorado. 298p. 2001.

GUERRA, A. J. T. e MENDONÇA, J. K. S. In: VITTE, A. C. V.; GUERRA, A. J. T. (Orgs). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. 5ª edição – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p.225-230. 2011

HAMBLIN, W. K. **The Earth's Dynamics Systems**. Burgess Publishing, Minnesota: 4ª edição, 528 p. 1985.

HARE, F. K. et al. **Desertificação: causas e conseqüências**. Tradução de Barros e Azevedo. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 678p. 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico de 2010 - município de Gilbués**. Rio de Janeiro, IBGE.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **PESQUISA PECUÁRIA MUNICIPAL DE GILBUÉS**, 2009.

LA BLACHE, P. V. As características próprias da Geografia. In: CRISTOFOLETTI, A. (Org). **Perspectivas da Geografia**. Rio Claro-SP: Difel editora, 1982.

LIMA, E.A.M. & LEITE, J. F. **Projeto estudo global dos recursos minerais da bacia sedimentar do Parnaíba**. Recife, DNPM/CPRM, 16 v. 1978.

LIMA, M. G.; FERNANDES, R. J. A. R. (org.). **Combate à desertificação no Piauí: microbacia do Riacho Sucuruíú “Vaqueta Gavião” em Gilbués/PI**. Teresina: Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMAR-PI. 222 p. 2010.

MATALLO JUNIOR, H. **Indicadores de desertificação: histórico e perspectivas**. Brasília, UNESCO. 126p. 2001.

MCLEISH, E. **A expansão dos desertos**. 3 ed. Tradução de M. T. B. Porto e D. C. Campos. São Paulo: Scipione. 48p. 1997.

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistema: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 2000.

_____. **Clima e Excepcionalismo: Conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico**. Florianópolis, UFSC. 1991.

NASCIMENTO, Flávio R. do. **Degradação ambiental e desertificação no Nordeste Brasileiro: o contexto da Bacia Hidrográfica do rio Acaraú - CE.** (Tese de doutorado em Geografia). Instituto de Geociências, UFF: Niterói. 325 p. 2006.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** Rio de Janeiro, RJ: IBGE. 422p. 1979.

NIMER, E. Subsídios ao Plano de Ação Mundial para Combater a Desertificação: Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 42, nº 3, p. 612-637, 1980.

OLIVEIRA, C. J. F. A. **A suscetibilidade dos solos aos processos erosivos lineares nas sub-bacias do Alto Rio Araguaia e Rio Babilônia.** Monografia – Bacharelado em Geografia, Goiânia: IESA/UFG, 1999.

OLIVEIRA, I. J. **Solo pobre, terra rica: paisagens do cerrado e agropecuária modernizada em Jataí, Goiás.** Dissertação de Mestrado em Geografia: IESA/UFG. 178 p. 2002.

PRADO, H. **Pedologia Fácil: 2004**. Disponível em <http://www.pedologiafacil.com.br/>

REATTO, A., CORREIA, J.R., SPERA, S.T. Solos do bioma cerrado: aspectos pedológicos. In: SANO, S. M. & ALMEIDA, S. P. (Org) **Cerrado: ambiente e flora.** Planaltina/DF: EMBRAPA – CPAC. p. 47-86. 1998.

RITTER, S. R. Erosão hídrica em um Nitossolo Háplico submetido a diferentes sistemas de manejo sob chuva simulada: I. Perdas de solo e água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.1.033-1.044, 2004.

SALES, M. C. L. **Estudo da degradação ambiental em Gilbués-PI: Reavaliando o “núcleo de desertificação”.** São Paulo, USP. Dissertação de Mestrado - Geografia. 181p. 1998.

SALES, M. C. L. Evolução dos estudos de desertificação no Nordeste Brasileiro. **GEOUSP: Espaço e Tempo**, 11, 115-126. 2002.

SALES, Marta C. L. Degradação Ambiental em Gilbués, PiauÍ. **Revista Mercator.** Fortaleza, 02, 04, 115-124. 2003.

SALOMÃO, F. X de T. Controle e prevenção dos processos erosivos. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da,; BOTELHO, R. G. M. (Orgs). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p.229-267. 1999.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SAMPAIO, Y.; VITAL, T.; ARAÚJO, S. B.; SAMPAIO, G. R. **Desertificação no Brasil: conceitos, núcleos e tecnologias de recuperação e convivência.** Recife: Editora Universitária da UFPE. 2003

SANTOS, M. **Metamorfose do espaço habitado.** São Paulo: Hucitec, 1988.

SCHENKEL, C. S.; MATALLO JÚNIOR, H. (Org.) **Desertificação.** 2. ed. Brasília: UNESCO. 82 p. 2003.

SGARBI, G. N.C. Arenitos eólicos da Formação Areado (Bacia Cretácea do São Francisco): caracterização, diagênese e aspectos químicos. **Revista Brasileira de Geociências**, 21. 342-354, 1991.

SILVA, G. A.N.P. da et. al. **Projeto Gilbués – DNPM/CPRM**. 108 p. 1972.

SILVA, R. A. A. **Arenização/desertificação no setor sul da Alta Bacia do Rio Araguaia (GO-MT): distribuição e fatores condicionantes de formação de areais**. Goiânia: Dissertação de Mestrado em Geografia: Goiânia-IESA/UFG. 140 p. 2006.

SILVA, I. A. S. **O Núcleo de degradação Ambiental de Gilbués-Piauí: análise climática e indicadores Geoambientais**. Goiânia, UFG. Monografia – curso de Geografia. 80 p. 2011.

SCOPEL, I. et. al. O processo de arenização no sudoeste de Goiás. SUERTEGARAY, D. M. A. et. al. (Orgs). **Arenização Natureza Socializada**. Porto Alegre: Compasso lugar-cultura: imprensa livre, 2012.

SOUZA, P. A.. et. al. Palionologia da Formação Piauí, Pensilvaniano da Bacia do Parnaíba. **Revista de Paleontologia**, UFRGS-Porto Alegre, volume 13, 10p. 2010.

SOUSA, M. S. **As transformações da paisagem: contribuição ao estudo da formação de areais na bacia do Ribeirão Sujo, município de Serranópolis/GO**. Dissertação de Mestrado em Geografia. Goiânia: IESA/UFG, 2007.

SORRE, M. **Les Fondements de la Géographie Humaine**. Tomo I: Les Fondements Biologiques, 3 ed. Paris: Armand Colin, 1951

STIPP, M. E. F. A ocupação do solo e a problemática da arenização em Paranavaí-PR Tese de Doutorado em Geografia. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP. 178 p. 2006.

SUERTEGARAY, D. M. A. **A trajetória da natureza: um estudo geomorfológico sobre os areais de Quarai, RS**. Tese de Doutorado. USP/FFLCH. 243p. 1987.

_____. **Deserto Grande do Sul: Controvérsia**. Porto Alegre: Editora da Universidade, UFRGS, 1992.

SUERTEGARAY, D. M. A. et. al. **Atlas da arenização – Sudoeste do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre/RS: Secretaria da Coordenação e Planejamento. 85p. 2001

SUERTEGARAY, D. M. A. Desertificação: recuperação e desenvolvimento sustentável. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B (Orgs). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

SUERTEGARAY, D. M. A. Geografia Física e Geografia Humana: uma questão de método - um ensaio a partir da pesquisa sobre Arenização. **Revista GEOgraphia: UFF-Niterói-RJ**. Vol. 12. n. 23. 8-29 p. 2010.

SUERTEGARAY, D. M. A.; OLIVEIRA, M. Páleoгеografia da área de ocorrência de areais: São Francisco de Assis –RS. SUERTEGARAY, D. M. A. et. al. (Orgs). **Arenização Natureza Socializada**. Porto Alegre: Compasso Lugar-Cultura Editora: Imprensa livre, 2012

SUPERINTENDENCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE - SUDENE. **Rede Hidroclimatológica do Nordeste**. Disponível em <http://pageserver-nt.sudene.gov.br/ixpress/pluviometria/plv/index.dml>

TAVARES DE MELO, S. Desertificação: etimologia, conceitos, causas e indicadores. **Revista da UNIPÊ**. João Pessoa: UNIPÊ. p.19-33. 1999.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Núcleos de desertificação no polígono das secas - nota prévia**. In: ICB – UFPE. 69-73 p. 1971

_____. **Metodologia para identificação de processos de desertificação: manual de indicadores**. Recife: SUDENE, 18 p. 1978.

_____. **Processos de desertificação ocorrentes no Nordeste do Brasil: sua gênese e sua contenção**. Recife: SUDENE, 1983. 101 p.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. Núcleos de Desertificação no Polígono das Secas. In: VASCONCELOS SOBRINHO, J. de. **Desertificação no Nordeste do Brasil**. Recife: Ed. Universitária da UFPE. 2002

VERDUM, R. **Approche géographique des deserts dans lês communes de São Francisco de Assis et Manuel Viana – Etat do Rio Grande do Sul – Brésil**. 211f. Tese de Doutorado - Université de Toulouse II (Le Mirai), U.T.H, França. 1997

VERDUM, R. Tratados internacionais e implicações locais: a desertificação. **GEOgraphia**: revista da Pós-Graduação em Geografia UFF. Ano 6, n. 11. Niterói: 2002. p. 79-88.