



PLANO

AÇÃO

SERRA BRANCA

PARAÍBA

CLIMÁTICA



ORGANIZADORES

JOSÉ IRIVALDO ALVES OLIVEIRA SILVA
ÂNGELA MARIA CAVALCANTE RAMALHO
CRISTIANE MANSUR DE MORAES SOUZA
BRUNO JANDIR MELLO
MARCELO BEDONI

COORDENADORES E PESQUISADORES

José Irivaldo Alves Oliveira Silva – UFCG
Ângela Maria Cavalcante Ramalho – UEPB
Cristiane Mansur de Moraes Souza – FURB
Bruno Jandir Mello – FURB
Marcelo Bedoni – UFPB

ALUNOS DE PÓS-GRADUAÇÃO E INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Maria de Lourdes Saturnino Gomes – UFCG
Yuri Batista Oliveira Gomes – UEPB
Gabriel Alves do Rosário – UFCG
Claudiney Carlos Rodrigues – UFCG
Amaury dos Santos Lima Neto – UEPB
Gabriel Messias Santana Peixoto – UEPB

UNIVERSIDADES ENVOLVIDAS

Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB
Universidade de Blumenau – FURB

PREFEITURA MUNICIPAL DE SERRA BRANCA

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQ), à Prefeitura Municipal de Serra Branca e à Secretaria Municipal de Meio Ambiente

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Plano de Ação Climática de Serra Branca-PB / organizado por José Irivaldo Alves Oliveira Silva... [et al.] – São Carlos, SP : RiMa Editorial, 2025.
62 p.

Formato: e-Book
ISBN: 978-65-83933-03-4

Organizadores: José Irivaldo Alves Oliveira Silva, Ângela Maria Cavalcante Ramalho, Cristiane Mansur de Moraes Souza, Bruno Jandir Mello e Marcelo Bedoni.

1. Clima e fatores climáticos. 2. Plano climático. 3. Mudança climática. I. Título.

CDD 304.25

Elaborado por Natalia Gallo Cerrao – CRB 8/10169

Índice para catálogo sistemático:

1. Clima e fatores climáticos 304.25

COMISSÃO EDITORIAL

Dirlene Ribeiro Martins
Paulo de Tarso Martins
Carlos Eduardo M. Bicudo (Instituto de Botânica - SP)
Evaldo L. G. Espíndola (USP - SP)
João Batista Martins (UEL - PR)
Norma Valencio (UFSCar - SP)
Pedro Roberto Jacobi (USP - SP)

RiMa

Rua Virgílio Pozzi, 81 – Jardim Santa Paula
CEP 13564-040 – São Carlos-SP
Fone: (16) 991748888



ORGANIZADORES

JOSÉ IRIVALDO ALVES OLIVEIRA SILVA
ÂNGELA MARIA CAVALCANTE RAMALHO
CRISTIANE MANSUR DE MORAES SOUZA
BRUNO JANDIR MELLO
MARCELO BEDONI

RiMa

2025

SUMÁRIO

Prefácio	5
Apresentação	6
1 – INTRODUÇÃO	7
2 – O QUE É UM PLANO DE AÇÃO CLIMÁTICA.....	9
2.1 Objetivos do Plano de Ação Climática	9
3 – CARACTERIZAÇÃO DO CARIRI DA PARAÍBA	10
3.1 Característica dos Solos	11
3.2 Clima e Vegetação	11
3.3 Processo Produtivo e Atividades Econômicas	12
4 – LEGISLAÇÃO NACIONAL	15
4.1 Legislação Estadual	18
5 – O SEMIÁRIDO E SUAS MÚLTIPLAS FACETAS	20
5.1 A Vulnerabilidade no Cariri Paraibano	21
5.2 Índice de Vulnerabilidade Socioambiental à Seca	23
6 – DIAGNÓSTICO DE SERRA BRANCA – PARAÍBA	27
6.1 Perfil de Serra Branca	29
6.2 O Contexto Climático.....	33
6.3 Efeitos no Processo de Desertificação	35
6.4 Pontos de Vulnerabilidade da Cidade	39
7 – PLANO DE AÇÃO	49
7.1 Diretrizes Climáticas.....	49
7.2 Planos e Adaptação: Metas e Ações Estratégicas	53
8 – AS METAS	56
9 – REFERÊNCIAS	60

Prefácio

A construção do Plano de Ação Climática de Serra Branca (PAC-SB) representa um marco para a governança ambiental e climática do nosso município. Mais do que um documento técnico, o PAC-SB é o resultado de um processo participativo, democrático e interinstitucional, que envolveu diversos atores da sociedade civil, representantes do poder público, setor acadêmico e instituições parceiras. Essa ampla mobilização foi essencial para garantir que o plano refletisse as reais necessidades, potencialidades e vulnerabilidades do município diante das mudanças climáticas.

O processo contou com oficinas temáticas, escutas comunitárias e debates públicos, que permitiram a construção colaborativa de diretrizes e ações estratégicas para a mitigação dos gases de efeito estufa e a adaptação às consequências já perceptíveis da crise climática em nosso semiárido.

Ressalto o papel fundamental do vereador Talles de Macedo, cuja atuação na Câmara Municipal garantiu o avanço legislativo e a aprovação do plano de forma responsável e comprometida com a adaptação e o desenvolvimento sustentável de Serra Branca. Sua mediação política foi decisiva para consolidar o entendimento de que a agenda climática deve ser uma prioridade do poder público local. Ressalto também toda a dedicação e contribuição do professor Irivaldo, que participou ativamente em todas as fases da construção do PAC-SB. Sua articulação no meio institucional e dedicação ao processo garantiram a necessária coerência técnica ao documento.

A implementação deste plano exigirá continuidade, monitoramento e o fortalecimento de parcerias. As instituições envolvidas – universidades, organizações da sociedade civil, entidades ambientais e órgãos públicos – terão papel fundamental na viabilização das ações previstas, seja por meio de cooperação técnica, financiamentos ou a mobilização comunitária.

Por fim, reafirmo o compromisso da Secretaria Municipal de Meio Ambiente com a execução das ações aqui estabelecidas, com transparência, responsabilidade e participação popular, conscientes de que somente por meio de um esforço coletivo conseguiremos tornar Serra Branca um município resiliente, sustentável e preparado para os desafios climáticos.

Serra Branca, 18 de junho de 2025

Ilton Nunes de Sousa Neto
Secretário Municipal de Meio Ambiente

Apresentação

Todo município da Federação brasileira deve atentar para a prevenção. A prevenção ocorre no contexto maior do planejamento. O planejamento é essencial para um futuro cuja característica principal são as mudanças climáticas, e estará melhor preparada a comunidade que tiver adotado instrumentos de adaptação climática.

Nesse processo de planejamento, a universidade pública ocupa um espaço de grande responsabilidade, que aponta para a necessidade de parcerias com os municípios, especialmente aqueles de pequeno porte, que necessitam de maior aporte em termos de apoio.

Foi pensando nisso que o Grupo de Pesquisa em Gestão Pública e Cidades Inteligentes (GEPCI) envidou esforços para elaborar uma proposta de Plano de Ação Climática adequada a municípios de pequeno porte, ocupando um vácuo existente nesses espaços urbanos que já sofrem as consequências das transformações ambientais, dentre elas as climáticas.

Portanto, em parceria com a Prefeitura de Serra Branca e a Secretaria de Meio Ambiente, conseguimos finalizar um plano conforme os problemas enfrentados no território do município. Esse plano aponta caminhos, ações, metas e prazos que visam tornar a cidade de Serra Branca mais resiliente.

Importante agradecer à Prefeitura de Serra Branca, à Secretaria de Meio Ambiente, à Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQ), bem como às universidades e laboratórios envolvidos, pelo apoio concedido nesse processo de elaboração do Plano de Ação Climática, um trabalho árduo de mais um ano.

Campina Grande, 23 de junho de 2025

José Irivaldo Alves Oliveira Silva – UFCG
Ângela Maria Cavalcante Ramalho – UEPB
Cristiane Mansur de Moraes Souza – FURB
Bruno Jandir Mello – FURB
Marcelo Bedoni – UFPB

As atividades humanas, fundamentadas em modelos de desenvolvimento que visam apenas ao crescimento econômico, alteraram fundamentalmente a forma e o funcionamento ecológico, levando o planeta a uma profunda crise socioambiental (Redman, 1999; Crutzen; Stoermer, 2000; Steffen; Crutzen; Mcneill, 2007; Kolbert, 2008; Giddens, 2009; Rockstrom et al., 2009; Artaxo, 2014; Steffen et al., 2004; 2015; Ho et al., 2018; Tierney, 2020). Neste cenário, o mundo está ameaçado por consideráveis danos e/ou perdas dos recursos naturais, incluindo cursos de água e florestas; pelo aumento da pobreza e da vulnerabilidade social; e pela ameaça massiva provocada pelo aquecimento global e, conseqüentemente, das mudanças climáticas (Ostrom, 2009; IPCC, 2021).

Por sua vez, as mudanças climáticas são uma das questões mais importantes que a humanidade e os governos, por todo o mundo, estão enfrentando atualmente. As rápidas mudanças no comportamento do clima têm exigido respostas rápidas, bem como adaptação nos seus modelos de gestão e políticas internacionais. Mas o que são as mudanças climáticas? Pode-se definir mudanças climáticas como “[...] alterações atribuídas direta ou indiretamente à atividade humana que transforma a composição da atmosfera global e que se soma à variabilidade climática natural em períodos comparáveis” (Pielke Jr, 2004, p. 31).

As mudanças climáticas poderão causar intensos conflitos socioambientais, como desastres, êxodos urbanos, potencializando desigualdades sociais e culturais. De acordo com o IPCC (2018), se os principais países não agirem, as temperaturas planetárias podem aumentar em até 4,8°C até o ano de 2100. Para conter a escalada do aquecimento global, o relatório do IPCC (2018) analisa as perspectivas de limitar o aquecimento global a 1,5°C. Caso as emissões de gases do efeito estufa continuem crescendo às atuais taxas, a elevação do nível do mar pode alcançar 82 cm até 2100, o que deve causar danos importantes à maior parte das regiões costeiras (IPCC, 2021).

De acordo com o relatório do IPCC (2021, p. 36):

“as regiões pobres da África, América Latina e Ásia são as que têm menor oportunidade de adaptação e, portanto, as mais vulneráveis a alterações na dinâmica das chuvas, ocasionando secas e inundações. Ou seja, localidades onde há mais pobreza estão ainda mais suscetíveis aos efeitos de mudanças climáticas”.

No Brasil, o IPCC (2021) projeta que, ao final deste século, poderá haver uma diminuição de até 50% na distribuição das chuvas nos biomas da região Nordeste, principalmente no semiárido. Além disso, o relatório aponta para o aumento da intensidade das chuvas na região Sul do país nas próximas décadas. Entre os anos de 2006 e 2016, o Brasil registrou um total de 20.347 decretos de anormalidade devido a eventos climáticos extremos. Desse número, 68,7% correspondem aos decretos decorrentes da seca e das estiagens. As chuvas excessivas foram responsáveis por 30% das decretações (Liberato, 2016, p. 42). Nesse contexto, a crise climática pode aumentar a condição de vulnerabilidade da população. De acordo com Beck (2015, p.132), “[...] as mudanças climáticas induzem fundamentalmente mudanças nas paisagens de classe social e desigualdade”.

O 6º Relatório do IPCC aponta o Nordeste como a região mais vulnerável às consequências das mudanças climáticas no Brasil, com base tanto na vulnerabilidade da população quanto no crescente processo de desertificação, que é considerado o dano climático mais imediato (IPCC, 2021). Essas constatações também são compartilhadas pelo Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC), que, em relatório publicado em 2013, afirmou que a “[...] Região Nordeste é muito vulnerável às mudanças climáticas dadas as condições fisiográficas, climáticas e socioeconômicas” (PBMC, 2013). A vulnerabilidade do Nordeste é comprovada por meio dos impactos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos, o processo de desertificação, a agricultura, a energia e a saúde, principalmente no bioma conhecido como Semiárido (PBMC, 2013).

O Semiárido Brasileiro se estende pelos nove estados da Região Nordeste e pelo norte de Minas Gerais. No total, ocupa 12% do território nacional e abriga cerca de 28 milhões de habitantes divididos entre zonas urbanas (62%) e rurais (38%), sendo, portanto, um dos semiáridos mais povoados do mundo (Brasil, 2022). O Instituto Nacional do Semiárido (INSA) revelou que o Semiárido brasileiro está em processo avançado de desertificação, sendo que 9% de sua área total apresenta índices muito elevados (Perez-Marin, 2022). Dentre essas áreas de elevada desertificação, destaca-se a região do Cariri Paraibano. O Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites (Lapis, 2024) detectou que mais de 80% do território do Cariri Paraibano está em níveis muito elevados a moderados de suscetibilidade à desertificação.

No Cariri Paraibano, a população desenvolveu, ao longo do tempo, resiliência às condições de seca que caracterizam a região. Entretanto, as mudanças climáticas estão desafiando a resiliência das comunidades locais, uma vez que o regime da seca está se tornando menos previsível e mais severo. Essas mudanças no clima estão resultando em períodos de seca mais prolongados. Nesse contexto, a hipótese desta pesquisa é que as mudanças climáticas, aliadas ao agravamento da vulnerabilidade socioambiental da população, estão comprometendo a capacidade de preparação, de reação e de recuperação dessas comunidades. As respostas tradicionais à seca podem não ser mais eficazes, tornando urgente a necessidade de adotar estratégias de adaptação às mudanças climáticas, bem como fortalecer a infraestrutura de apoio às comunidades.

Dentro desse quadro de vulnerabilidades, os municípios do Cariri Paraibano serão tanto vítimas como atores em potencial para apresentarem respostas concretas à crise climática, seja por meio de políticas de mitigação ou de adaptação, a fim de tornar as cidades resilientes aos danos climáticos. Para confirmar ou refutar a hipótese citada, este artigo tem por objetivo classificar a vulnerabilidade socioambiental frente às emergências climáticas, com vistas a contribuir para a elaboração de um plano integrado de gestão climática. A metodologia é quantitativa, utiliza dados alfanuméricos de variáveis socioeconômicas, demográficas, ambientais e de infraestrutura. As variáveis foram organizadas, normalizadas e agrupadas por meio de *Frequency Ratio*, revelando um indicador de vulnerabilidade socioambiental às secas. Esse processo permitiu a criação de um mapa temático.

No contexto global, a mudança do clima é uma das maiores preocupações em todos os segmentos da sociedade, intensificadas pelas ações antropogênicas, o que demanda medidas em que se tenha comonexo a preservação e conservação de áreas naturais e a recuperação de áreas degradadas, tendo em vista a sustentabilidade.

Nesse sentido, o Plano de Ação Climática é uma estratégia sistematizada objetivando orientar e promover práticas sustentáveis para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, aponta riscos e orienta para a adaptação a eventos extremos e aos efeitos, tendo como foco contribuir para tornar a sociedade mais resiliente e ambientalmente responsável.

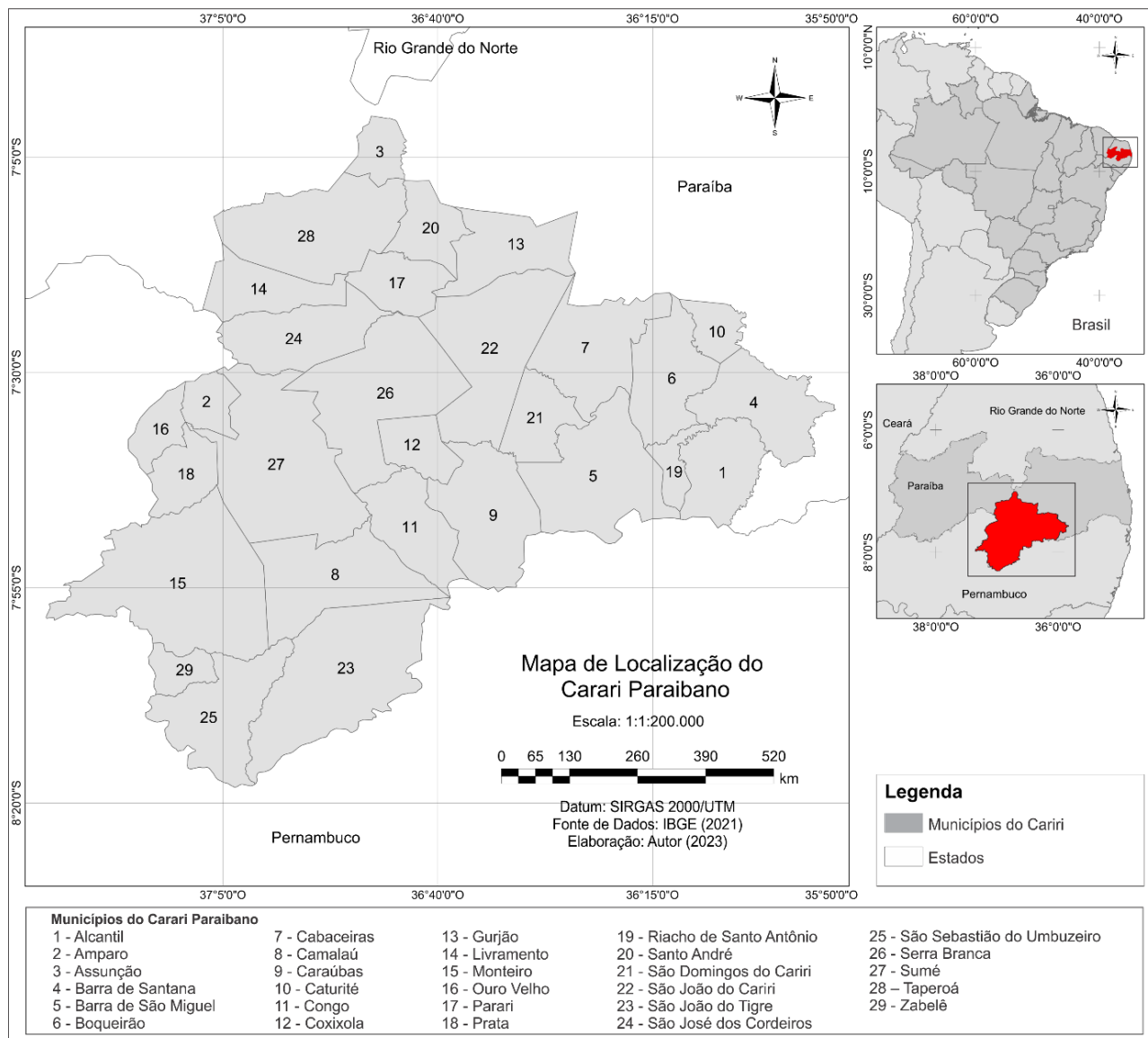
O Plano é um instrumento típico de planejamento, e sua meta é estabelecer diretrizes gerais para a atuação em determinada matéria (no caso, a questão climática). Na Política Nacional sobre Mudança do Clima, instituída pela Lei n. 12.187/2009, os planos assumem um protagonismo entre os instrumentos regulatórios.

Nesse contexto, o Plano de Ação Climática é bastante relevante no acompanhamento das ameaças climáticas e dos impactos gerados na cidade e no campo, ao apresentar estratégias para minimizar os seus efeitos a partir de medidas de avaliação contínua do sistema de drenagem e elaboração de políticas que orientem o descarte adequado dos resíduos, tendo como base o envolvimento das comunidades mais vulneráveis socialmente no território, o que contribui para ações que visem tanto à mitigação da mudança climática quanto à adaptação.

2.1 Objetivos do Plano de Ação Climática

- ✓ Definir medidas prioritárias de controle e redução de emissões de gases de efeito estufa, com adaptação social, econômica e ambiental no território;
- ✓ Construir metas municipais frente aos fenômenos das mudanças climáticas, a partir de diálogos e alianças entre governos, sociedade civil e instituições;
- ✓ Apresentar um conjunto de ações possíveis de serem implementadas;
- ✓ Implementar ações de mitigação e adaptação;
- ✓ Orientar a gestão municipal em relação aos riscos e à vulnerabilidade climática;
- ✓ Trazer uma contribuição social e política relacionada ao empoderamento dos atores envolvidos, fundamental na construção da discussão da cidade e do planejamento urbano.

O Cariri é uma microrregião do Estado da Paraíba, localizada na franja ocidental do planalto da Borborema (Mapa 3.1). Composta por 29 municípios, ocupa uma área de 11.233 km² e, segundo o censo de 2000, possui uma população de 173.323 habitantes, apresentando uma densidade demográfica de 15,65 habitantes por km² (Cantalice, 2006). Localizada em plena "diagonal seca", onde se observam os menores índices de precipitação pluviométrica do semiárido brasileiro, com médias anuais históricas inferiores a 400 mm (Cohen e Duqué, 2001), seu clima regional (Bsh) caracteriza-se por elevadas temperaturas (médias anuais em torno de 26°C), fracas amplitudes térmicas anuais e chuvas escassas, muito concentradas no tempo e irregulares. Essa região encontra-se localizada no Centro-Sul da Paraíba, num eixo que se distancia de 180 a pouco mais de 300 km de João Pessoa (capital), perfazendo um vasto território distribuído por 11.689 km², o que equivale a pouco mais de 20% do Estado.



Mapa 3.1 Região conhecida como Cariri, na Paraíba. *Fonte:* Elaborado pela equipe do Projeto.

Na região do Cariri, a precipitação média anual não chega a 600 mm, alcançando em Cabaceiras 246 mm, os mais baixos índices pluviométricos do Brasil (Moreira, 1988). A temperatura média anual é de 26°C, com médias mínimas inferiores a 20°C, e a umidade relativa do ar não ultrapassa 75%. A pluviosidade reduzida e o relevo, basicamente em duas unidades, terrenos dissecados e o nível da Borborema condicionam a diversidade e a riqueza da vegetação (Barbosa et al., 2007).

3.1 Característica dos Solos

A região do Cariri Paraibano ultrapassou a marca de 220 mil habitantes, aponta a prévia do Censo 2022 divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)

Na região do Cariri, os solos são rasos e pedregosos, e a vegetação é considerada baixa e pobre em espécies, mas acompanha um gradiente de precipitação e profundidade do solo (Sampaio et al., 1981). Gomes (1979), analisando os padrões de caatinga no Cariri, observou que a precipitação foi o principal fator ambiental condicionante das diferenças encontradas na vegetação; comunidades de menor densidade e maior porte mudavam gradativamente para comunidades de maior densidade e menor porte.

Sendo assim, esta ordenação está correlacionada principalmente com a precipitação média anual e com as características de altura e densidade das espécies encontradas, não apresentando correlação com os diferentes tipos de solo observados (Barbosa et al., 2007).

Para Andrade-Lima (1981), ocorre uma unidade própria em relação à vegetação no Cariri Paraibano, considerando a associação *Caesalpinia-Aspidosperma* como típica dessa região. A atividade agrícola no Cariri é baixa, devido à falta de água, predominando a pecuária caprina e a extração de lenha (Moreira e Targino, 1997).

A visualização ampla do Cariri Paraibano permite entender o processo histórico de formação ao longo do tempo, bem como a gestão do território e seus elementos fundamentais à compreensão da realidade socioambiental. Destarte, muitos estudiosos a consideram como uma região estagnada do ponto de vista econômico, em decorrência de seus principais problemas estruturais e de ordem climática e produtiva.

3.2 Clima e Vegetação

O Cariri está situado no fim do percurso dos fluxos úmidos que se direcionam para o semiárido nordestino e em situação de sotavento, fazendo parte da diagonal mais seca do Brasil, com médias pluviométricas de cerca de 500 mm/ano (Nimer, 1979). A localização dessa região exerce papel fundamental na compreensão dos baixos índices pluviométricos. Apesar dessa média, a complexidade relativa à quantidade e distribuição das chuvas nessa região é muito elevada, tanto em nível temporal como espacial.

Constata-se que a maior parte das chuvas se concentra entre os meses de fevereiro e maio. Mesmo nesse período, sua distribuição está longe de ser homogênea, sendo comum, por exemplo, que a pluviosidade esperada para um mês possa ocorrer em poucos dias ou mesmo horas, enquanto a chuva seguinte só venha a ocorrer muitas semanas depois.

Com relação à distribuição espacial das chuvas, também é comum que esta se caracterize pela elevada heterogeneidade, ocorrendo que, enquanto alguns setores podem receber uma precipitação esperada ou mesmo acima da média estimada, em outras áreas as chuvas podem ficar muito aquém desse valor. Portanto, as médias pluviométricas são medidas muito distantes do que realmente acontece nessas terras.

Outro aspecto climático que chama atenção no Cariri é o seu Índice de Aridez. Para o município de São João do Cariri, por exemplo, Souza (1999) obteve o índice de 0,22. Levando-se em consideração que, nos climas áridos, o Índice de Aridez varia de 0,05 a 0,20, a proximidade do resultado obtido para o município citado em relação a essas áreas demonstra a severidade climática dessa região. Dessa maneira, conforme observa Nimer (1980), a influência das variações pluviométricas e da instabilidade climática como elementos de autodefesa ambiental e de recuperação em relação aos processos de degradação gerados pela desertificação torna esse processo de alta complexidade.

Mas, apesar de ser uma região ameaçada pelos processos de desertificação, a superexploração do potencial madeireiro da caatinga é contínua e afeta cada vez mais o meio ambiente, uma vez que, como assinala Melo e Rodriguez (2003), a retirada indiscriminada da cobertura vegetal provoca diversos problemas ambientais. Com base no estudo desses autores, elaboramos o esquema seguinte, no qual apresentamos as principais implicações decorrentes do desmatamento, que podem ser aplicadas à vegetação da caatinga predominante na região.

3.3 Processo Produtivo e Atividades Econômicas

No processo produtivo com base na agricultura familiar, existem vários agentes, com renda principal advinda das atividades agrícolas, mantêm relações com parentes ou detêm pequenas porções de terras cultiváveis onde realizam atividades, seja por meio de mão de obra contratada, seja por meio de mão de obra da própria família. Grosso modo, são aposentados e/ou funcionários públicos, representando a única categoria social que, no Cariri Oriental, não tem sua principal fonte de renda oriunda da atividade rural.

Os municípios do Cariri Oriental paraibano têm suas atividades diretamente vinculadas ao setor rural, mesmo que, em alguns municípios, a população urbana ultrapasse a rural. A atividade principal ainda é a agricultura; moram na cidade, mas trabalham nos sítios.

O Território do Cariri Paraibano se apresenta como uma área importante para a pecuária, principalmente a criação. A região caracteriza-se por sua severidade climática, com médias pluviométricas de 250 mm a 900 mm anuais, distribuídas de forma irregular tanto em nível espacial como temporal. No Cariri Oriental, a questão ecoclimática é ainda mais acentuada, pois a morfologia do relevo interfere na distribuição dos climas e, sobretudo, nos gradientes pluviométricos nos Cariris. O fenômeno permite a compreensão da formação da ecoclimatologia da região, em que os aspectos fisionômicos são decorrentes da complexa inter-relação entre os fatores climáticos e antropogênicos.

Destarte, são poucas as alternativas econômicas na região, o que resulta na degradação crescente dos ambientes naturais, tornando a permanência no campo difícil. Constata-se um processo acelerado de desertificação na área, que se traduz pela degradação dos solos

a partir da degradação da cobertura vegetal e por um empobrecimento cada vez maior dos ecossistemas e das populações (Silva, 1993).

Segundo Drew (1998), 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, enfim, inaproveitável para a agricultura (Drew, 1998).

Para Mainguet (1992, p. 425): a desertificação é revelada pela seca, que se deve às atividades humanas quando a capacidade de carga das terras é ultrapassada; ela procede de mecanismos naturais que são acelerados ou induzidos pelo homem e se manifesta por meio da degradação da vegetação e dos solos, e provoca, na escala humana de uma geração (25-30 anos), uma diminuição ou destruição irreversível do potencial biológico das terras e de sua capacidade de sustentar suas populações. Essa definição pode ser considerada a mais abrangente, pois enfatiza as causas humanas e os parâmetros climáticos, sobretudo a seca, agindo como reveladores dos processos de degradação.

É relevante assinalar que a desertificação apresenta paisagens desérticas, caracterizadas pela degradação de algumas espécies vegetais, o esgotamento dos planos de água superficiais, a baixa dos lençóis freáticos e pelo aumento da degradação dos solos em virtude de uma exacerbação dos processos de erosão hídrica e eólica.

Torna-se necessário fazer uma diferenciação entre desertificação, como forma irreversível de deterioração ambiental, cuja recuperação seria muito onerosa, complexa ou longa dentro de um contexto socioeconômico e tecnológico determinado, e degradação reversível, quando a regeneração é viável econômica e tecnologicamente dentro de prazos razoáveis. Para completar, podemos enfatizar que todas as definições apontam que as regiões mais atingidas pela desertificação são aquelas marcadas periodicamente pelas secas. Estas servem de reveladoras e exacerbadoras dos processos de degradação dos recursos naturais. Como consequência, a paisagem atual está intensamente alterada, com raras áreas apresentando remanescentes de vegetação nativa em bom estado de conservação.

O município de São João do Cariri é um dos mais afetados por esse processo (Barbosa et al., 2007). De acordo com Velloso et al. (2002), o Cariri Paraibano, em função das adversidades climáticas e da baixa resiliência do ecossistema, está entre as áreas de mais alta prioridade para estudo e conservação no bioma Caatinga. Sendo assim, as características climáticas, associadas às formas de uso do meio que vêm se processando há séculos no Cariri, têm provocado a existência de focos de degradação ambiental, que se disseminam por toda essa região, produzindo diversos mesoclimas.

No Cariri Ocidental, podemos concluir, portanto, que a evapotranspiração potencial estimada apresenta valores oscilando entre 171,0 mm e 103,0 mm durante o período estudado, com temperaturas médias entre 30,6°C e 25,1°C. O déficit hídrico se manteve entre 72,2 mm e 163,0 mm. Não foram observados, para o período estudado, excedentes hídricos.

Nas condições ecoclimáticas do Cariri Oriental, podemos concluir, portanto, que a evapotranspiração potencial estimada apresenta valores oscilando entre 103,0 mm e 171,0 mm, com temperaturas médias entre 25,1°C e 30,6°C. O déficit hídrico, para o período estudado, se manteve variando entre 69,0 mm e 165,0 mm/ano. Não foram observados, para o período, excedentes hídricos. Por fim, ecoclimaticamente, o Cariri Oriental é mais eco-seco do que o Cariri Ocidental. Neste trabalho, aparece como revelador dessa condição de aridez o perfil topográfico da região do Cariri.

Como índices-limites, consideram-se os fatores térmico e hídrico. Para o Cariri Paraibano, observou-se que a faixa de temperaturas médias anuais é em torno de 25°C a 27°C, com uma deficiência hídrica inferior a 1.510,0 mm. Em relação às condições, a climatologia temporal da precipitação da microrregião do Cariri Oriental mostra que seu período chuvoso tem início no mês de janeiro e término no mês de julho. Em contrapartida, o período seco ocorre entre os meses de agosto e dezembro, sendo setembro o mês mais crítico.

O desenvolvimento da pecuária contribuiu para a formação das vilas, dos pequenos núcleos “urbanos” e das grandes propriedades de terra. A existência de longos períodos de estiagem, a utilização de técnicas rudimentares e o uso de pastos naturais demandavam a necessidade de muitos hectares para que, nestes, os animais pudessem achar alimento, dando início, então, aos domínios da pecuária extensiva e das grandes propriedades rurais, características ainda marcantes nos dias atuais.

A atividade agrícola no Cariri ainda permanece sendo predominantemente complementar à pecuária, na medida em que, atualmente, muitos cultivos se restringem a espécies para alimentar o gado, tais como a leucena, a palma e o capim. A alegação é de que os cultivos de produtos alimentares são pouco lucrativos. Ainda assim, diversos criadores insistem nesse tipo de cultivo, porque necessitam deles como fonte de alimentação do rebanho, tendo em vista o restolho da plantação.

A criação de caprinos tem-se apresentado como prática econômica que merece ser destacada, principalmente na porção central ou na denominada “diagonal seca” do Cariri, da qual fazem parte os municípios de Cabaceiras, São João do Cariri e Gurjão. Mais do que uma diversificação, a expansão maciça dos caprinos e ovinos tem tornado possível a prática desse tipo de criação por vários níveis de produtores, e o resultado tem sido uma mudança na base agropastoril da região.

Na esteira internacional e no cumprimento de diretrizes para a implementação de uma política nacional climática, o legislador nacional aprovou a Lei n. 12.187, de 29 de dezembro de 2009, com o intuito de estabelecer uma Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). Nessa lei, temos os princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos que precisam ser adotados nas gestões federal, estadual e municipal.

A referida legislação compatibiliza e articula os principais conceitos para o reconhecimento de um sistema climático a ser protegido pelo ordenamento jurídico, principalmente por meio de uma política pública nacional e ações descentralizadas em políticas regionais (estaduais) e municipais. As diretrizes nacionais para implementação de uma política climática são as seguintes (PNMC, art. 5):

1. os compromissos assumidos pelo Brasil na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, no Protocolo de Quioto e nos demais documentos sobre mudança do clima dos quais vier a ser signatário;
2. as ações de mitigação da mudança do clima em consonância com o desenvolvimento sustentável, que sejam, sempre que possível, mensuráveis para sua adequada quantificação e verificação a posteriori;
3. as medidas de adaptação para reduzir os efeitos adversos da mudança do clima e a vulnerabilidade dos sistemas ambiental, social e econômico;
4. as estratégias integradas de mitigação e adaptação à mudança do clima nos âmbitos local, regional e nacional;
5. o estímulo e o apoio à participação dos governos federal, estadual, distrital e municipal, assim como do setor produtivo, do meio acadêmico e da sociedade civil organizada, no desenvolvimento e na execução de políticas, planos, programas e ações relacionados à mudança do clima;
6. a promoção e o desenvolvimento de pesquisas científico-tecnológicas, e a difusão de tecnologias, processos e práticas orientados a:
 - a) mitigar a mudança do clima por meio da redução de emissões antrópicas por fontes e do fortalecimento das remoções antrópicas por sumidouros de gases de efeito estufa;
 - b) reduzir as incertezas nas projeções nacionais e regionais futuras da mudança do clima;
 - c) identificar vulnerabilidades e adotar medidas de adaptação adequadas;
7. a utilização de instrumentos financeiros e econômicos para promover ações de mitigação e adaptação à mudança do clima, observado o disposto no art. 6º;
8. a identificação, e sua articulação com a Política prevista nesta Lei, de instrumentos de ação governamental já estabelecidos aptos a contribuir para proteger o sistema climático;
9. o apoio e o fomento às atividades que efetivamente reduzam as emissões ou promovam as remoções por sumidouros de gases de efeito estufa;

10. a promoção da cooperação internacional no âmbito bilateral, regional e multilateral para o financiamento, a capacitação, o desenvolvimento, a transferência e a difusão de tecnologias e processos para a implementação de ações de mitigação e adaptação, incluindo a pesquisa científica, a observação sistemática e o intercâmbio de informações;
11. o aperfeiçoamento da observação sistemática e precisa do clima e suas manifestações no território nacional e nas áreas oceânicas contíguas;
12. a promoção da disseminação de informações, a educação, a capacitação e a conscientização pública sobre mudança do clima;
13. o estímulo e o apoio à manutenção e à promoção:
 - a) de práticas, atividades e tecnologias de baixas emissões de gases de efeito estufa;
 - b) de padrões sustentáveis de produção e consumo.

Destaque-se a quinta diretriz, que aborda a necessidade de uma articulação de forças com a participação necessária e imprescindível dos municípios. Além disso, as ações de âmbito nacional para o enfrentamento das alterações climáticas – atuais, presentes e futuras – devem considerar e integrar as ações promovidas no âmbito estadual e municipal por entidades públicas e privadas (art. 3º, V, da PNMC).

A lei federal é baseada em uma gestão multiescalar, o que significa que se reconhece a existência de diversas dimensões da gestão: federal, estadual, municipal e distrital (Distrito Federal). Em consonância com essa característica de nossa federação, também se reconhece a necessidade de um esforço comum, sendo obrigação de todos os níveis administrativos realizar uma espécie de gestão climática baseada na prevenção. Com base nisso, é possível afirmar, categoricamente, que os municípios são o elo relevante dessa cadeia, sem os quais não será possível êxito em uma política tão importante para a humanidade.

Portanto, a lei federal reconhece a existência de um sistema climático que precisa ser cuidado, tudo isso respaldado no art. 225 da Constituição Federal: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. Isso inclui o sistema climático. Esse sistema precisa caminhar conjuntamente com o propósito de adesão a um modelo consistente de desenvolvimento sustentável.

Recentemente, foi sancionada a Lei n. 14.904, de 27 de junho de 2024, que estabelece as diretrizes para a elaboração de planos de adaptação à mudança do clima e modifica a lei de 2009 em alguns aspectos. O art. 2º dessa lei estabelece as seguintes diretrizes:

- I – a identificação, a avaliação e a priorização de medidas para enfrentar os desastres naturais recorrentes e diminuir a vulnerabilidade e a exposição dos sistemas ambiental, social, econômico e de infraestrutura, em áreas rurais e urbanas, bem como os efeitos adversos atuais e esperados das mudanças do clima nos âmbitos local, municipal, estadual, regional e nacional;
- II – a gestão e a redução do risco climático diante dos efeitos adversos da mudança do clima, de modo a estimar, minimizar ou evitar perdas e danos e planejar e priorizar a gestão coordenada de investimentos, com base no grau de vulnerabilidade, conforme definido pela PNMC;

- III – o estabelecimento de instrumentos de políticas públicas econômicos, financeiros e socioambientais que assegurem a viabilidade e a eficácia da adaptação dos sistemas ambiental, social, econômico e de infraestruturas críticas;
- IV – a integração entre as estratégias de mitigação e adaptação nos âmbitos local, municipal, estadual, regional e nacional, em alinhamento com os compromissos assumidos no Acordo de Paris sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, por meio da Contribuição Nacionalmente Determinada;
- V – o estabelecimento de prioridades com base em setores e regiões mais vulneráveis, a partir da identificação de vulnerabilidades, por meio da elaboração de estudos de análise de riscos e vulnerabilidades climáticas;
- VI – a sinergia entre a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), instituída pela Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012, o Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil, os planos estaduais, distrital e municipais de proteção e defesa civil e a Estratégia Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas;
- VII – o estímulo à adaptação do setor agropecuário ao Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC), vinculado ao investimento em pesquisa, desenvolvimento e inovação ou em práticas, processos e tecnologias ambientalmente adequadas e economicamente sustentáveis;
- VIII – a adoção de soluções baseadas na natureza como parte das estratégias de adaptação, considerando seus benefícios adicionais e sua capacidade de integrar resultados para adaptação e mitigação, simultaneamente;
- IX – o monitoramento e a avaliação das ações previstas, bem como a adoção de processos de governança inclusivos para a revisão dos planos de que trata esta Lei a cada 4 (quatro) anos, orientada pelo ciclo dos planos plurianuais.

A tônica empregada na lei foi de integração. Sem integração fica difícil o processo de prevenção e planejamento. Porém, cada esfera administrativa deverá realizar suas tarefas. O legislador estabeleceu, também, algumas prioridades:

- I – Infraestrutura urbana e direito à cidade, incluídos habitação, áreas verdes, transportes, equipamentos de saúde e educação, saneamento, segurança alimentar e nutricional, segurança hídrica e transição energética justa, entre outros elementos com vistas ao desenvolvimento socioeconômico resiliente à mudança do clima e alinhados à redução das desigualdades sociais;
- II – Infraestrutura nacional, incluídos infraestruturas de comunicações, energia, transportes, finanças e águas, entre outras que tenham dimensão estratégica e sejam essenciais à segurança e à resiliência dos setores vitais para o funcionamento do País;
- III – Infraestrutura baseada na natureza, que utiliza elementos da natureza para fornecer serviços relevantes para adaptação às consequências da mudança do clima, com vistas a criar resiliência e proteção da população, de bens e do meio ambiente ecologicamente equilibrado, de forma sustentável, com a possibilidade de integrar simultaneamente ações de adaptação e mitigação da mudança do clima.

A maioria das ações podem ser desenvolvidas localmente, por isso é fundamental o envolvimento da Gestão Pública Municipal, juntamente com a sociedade. Algumas ações, o município tem todas as condições para realizar, enquanto outras necessitam da cooperação com o governo estadual e federal.

4.1 Legislação Estadual

A legislação estadual segue os “passos” do marco legal federal. Dois anos depois da formalização da Política Nacional sobre Mudanças Climáticas, a Paraíba instituiu a Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC), Lei n. 9.336/2011, que, em síntese, reproduz as bases da PNMC.

A PEMC está baseada essencialmente no princípio da solidariedade e da prevenção, aplicando também outros princípios do Direito Ambiental, como o do poluidor-pagador.

Além disso, o marco legal estadual é categórico em eleger o município como um elo relevante para a implementação dessa política: “as ações de âmbito estadual para o enfrentamento das alterações climáticas, atuais, presentes e futuras, devem considerar e integrar as ações promovidas no âmbito federal e **municipal por entidades públicas e privadas**” (art. 2º, V, grifo nosso).

Quanto às diretrizes, a PEMC reproduz o que a lei federal menciona, adaptando para o âmbito estadual, com destaque para o inciso V do art. 4º: “o estímulo e o apoio à participação dos governos municipais, assim como do setor produtivo, do meio acadêmico e da sociedade civil organizada, no desenvolvimento e na execução de políticas, planos, programas e ações relacionados à mudança do clima”.

Entretanto, inova nos objetivos regionais da Política Climática:

1. recuperar as matas ciliares;
2. revitalizar sistemas aquáticos;
3. formular programas de arborização dos centros urbanos com plantas nativas;
4. implantar a gestão integrada de resíduos sólidos, contendo capacitação e inclusão dos(as) catadores(as) e demais profissionais que lidam com resíduos sólidos;
5. revisar livros didáticos e Atlas que contenham conteúdos referentes ao bioma caatinga, por expor conceitos que não condizem com a realidade e retratam preconceitos e desvalorizam o bioma caatinga e os povos que dele dependem;
6. reconhecer o bioma caatinga como floresta e as pessoas que dele dependem enquanto povos da floresta;
7. implantar sistemas de captação de água de chuva em prédios públicos e empresas privadas, especialmente nas escolas, de forma a contribuir para o armazenamento e disponibilidade de água de qualidade;
8. qualificar os agentes do Programa de Agente Comunitário de Saúde e Ambientais para que sejam formadores das suas áreas e comunidade de atuação;
9. motivar e favorecer a participação dos municípios e da sociedade civil nos Comitês de Bacias Hidrográficas;

10. catalogar, publicar e proteger os ecossistemas cavernícolas (cavernas) localizados na zona da mata paraibana, bem como reflorestar com vegetação nativa;
11. desenvolver um roteiro turístico – turismo sustentável, a sustentabilidade das cavernas;
12. promover a conscientização das populações ribeirinhas dos mangues, para proteger esses ecossistemas, como também a atividade econômica sustentável na região para geração de renda;
13. estabelecer programas de manejo florestal para reposição de lenha consumida, visando a um sistema de exploração sustentável de estoque madeireiro;
14. capacitar profissionais na produção artesanal, utilizando as fibras de bananeira, coco, bucha do mato, fibra e palha de carnaúba, sementes, dentre outras;
15. criar APAS (Áreas de Proteção Ambiental) na Serra da Santa Catarina (São José da Lagoa, Tapada, Nazarezinho e Cajazeiras), Serra Branca (Vieirópolis) e Serra do Comissário (Santa Cruz, Pombal e Lagoa).

Portanto, o município é a base da PEMC, inclusive participando dos Comitês de Bacia existentes no estado.

O semiárido encontra-se situado no Nordeste Brasileiro (NEB), em uma área com cerca de 1,6 milhão de quilômetros quadrados e uma população de mais de 50 milhões de pessoas (Marengo et al., 2020), o que lhe confere o título de região semiárida mais populosa e diversa do mundo e, por isso, socialmente mais vulnerável às mudanças climáticas. Com prognóstico de novos riscos, uma vez que a região tende a apresentar picos mais frequentes de temperaturas elevadas, em detrimento da diminuição no espaço e no tempo das chuvas, afetando principalmente a disponibilidade de água em uma região marcadamente carente do recurso, potencializando um cenário de insegurança hídrica.

Além do mais, o impacto das mudanças climáticas implica alterações no ecossistema, tanto de fatores bióticos como abióticos. A Caatinga é um dos biomas mais vulneráveis às mudanças climáticas no Brasil, estando sob pressão significativa, sofrendo impactos negativos como a perda de espécies devido à redução de chuvas, provocando alterações na biodiversidade, afetando a fisiologia das sementes e, conseqüentemente, a produtividade agrícola (Oliveira et al., 2023).

Quanto aos parâmetros edáficos, geram conseqüências na perda de nutrientes e umidade do solo, redução da conservação do mesmo e, conseqüentemente, redução na estrutura da diversidade biológica, aumentando o processo erosivo do solo, tornando-o suscetível à desertificação, à diminuição na evapotranspiração e, por conseguinte, à diminuição das chuvas nas terras secas (Tavares et al., 2019). Corrobora-se no estudo desenvolvido por Barbosa (2023), que revela um aumento na radiação e uma redução das nuvens em áreas severamente degradadas no semiárido brasileiro, levando à diminuição das áreas úmidas e ao aumento da aridez (área superior a 282 mil km²) em alguns municípios (Barbosa, 2024). Logo, a agricultura de sequeiro, desenvolvida largamente na região semiárida, é comprometida.

Nesse sentido, vale ressaltar que o semiárido nordestino está reduzindo suas áreas de produção agropecuária. O último Censo Agropecuário do IBGE (2017) revelou que apenas a região Nordeste teve queda no número e na área de estabelecimentos agropecuários, com uma redução de 131.341 estabelecimentos. Em área, são 5.180.546 hectares a menos, sendo que essa redução se deu principalmente em municípios do semiárido nordestino: 65.667 estabelecimentos, ou 50% de redução.

Para Sabourin (2021), esses dados revelam a importância das estratégias de adaptação da agricultura à mudança climática, principalmente no que se refere às secas, sendo necessária uma mobilização de diferentes categorias de atores, para que possam oferecer, ao mesmo tempo que um serviço, também uma tomada de decisão que seja a mais próxima possível da realidade identitária dos beneficiários, dos seus territórios e condições locais.

No caso do Estado da Paraíba, por meio do estudo do Capital Natural desenvolvido por Faustino et al. (2022), em cinco Áreas Suscetíveis à Desertificação (ASD) (Seridó Oriental / Ocidental, Cariri Ocidental / Oriental e Patos), revelam-se, como resultado da pesquisa, que tanto na área total quanto nas cinco áreas estudadas há um nível muito baixo de recursos naturais. Ou seja, as regiões estudadas estão propensas a enfrentar graves problemas, segundo os referidos autores, por não estarem prontas para as adaptações necessárias diante das variações

climáticas, por não possuírem as habilidades necessárias de convivência com a seca e com o enfrentamento da desertificação, que só tende ao aumento no semiárido paraibano.

Em vista disso, no atual cenário marcado pelo avanço das mudanças climáticas em nível global, são exigidas, conforme Rodrigues e Luz (2019), respostas variadas da sociedade, dos governos e da ciência para enfrentar os frequentes problemas causados pela intensificação das secas, sobretudo em estado de emergência climática. Para Marengo et al. (2021), as atuais estratégias de adaptação do governo centram-se principalmente na mitigação reativa, para a recuperação após desastre, ou na ausência de adaptação. Para enfrentar a alta frequência de secas na região semiárida, é crucial consolidar a gestão do risco de seca, envolvendo todas as instituições e criando mecanismos para a integração do conhecimento técnico e científico, garantindo uma ligação entre a redução do risco de desastres e a adaptação às mudanças climáticas.

5.1 A Vulnerabilidade no Cariri Paraibano

O Cariri Paraibano apresentou um Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) de 0,395, considerado médio. Os municípios com IVS mais elevados são Alcantil (0,523), Barra de Santana (0,558), Riacho de Santo Antônio (0,508) e Caraúbas (0,482). Isso pode incluir problemas como pobreza, desigualdade de renda, falta de acesso a serviços básicos e infraestrutura inadequada. Municípios com IVS mais baixos, como Assunção (0,261), Zabelê (0,306) e Santo André (0,315), tendem a ter um nível relativamente menor de vulnerabilidade social. Isso pode sugerir que essas comunidades têm melhor acesso a recursos, serviços e oportunidades socioeconômicas. A maioria dos municípios parece estar agrupada em uma faixa intermediária de IVS, variando de cerca de 0,3 a 0,5.

Em Barra de Santana, considerado o município com o pior IVS, 53% da população tem rendimento nominal mensal per capita de até 1/2 salário mínimo. Isso sugere uma proporção significativa de pessoas vivendo em situação de baixa renda. Com apenas 8% da população ocupada, pode haver uma alta taxa de desemprego ou subemprego na área. Isso pode afetar negativamente o bem-estar econômico das famílias e contribuir para o aumento da vulnerabilidade social. A taxa de mortalidade infantil de 31 para cada mil nascidos vivos indica um nível preocupante de saúde infantil na comunidade. Com um IDH de 0,570, considerado médio, Barra de Santana está em uma posição intermediária em termos de desenvolvimento humano.

O Índice de Carência de Saneamento Básico para o Cariri Paraibano foi de 0,470, considerado alto. Os valores do índice variam significativamente entre os municípios, indicando que há grande disparidade na disponibilidade e no acesso ao saneamento básico na região. Municípios com índices mais altos, como Amparo, Alcantil, Barra de Santana e São João do Tigre, enfrentam desafios mais significativos em termos de fornecimento de serviços de saneamento básico, o que pode resultar em questões de saúde pública e qualidade de vida para os residentes. Por outro lado, municípios com índices mais baixos, como Monteiro, Sumé e São Sebastião do Umbuzeiro, parecem ter condições relativamente melhores de saneamento básico. A falta de acesso ao saneamento básico pode ter um impacto negativo na qualidade de vida das pessoas, aumentando o risco de doenças transmitidas pela água e diminuindo o bem-estar geral da comunidade.

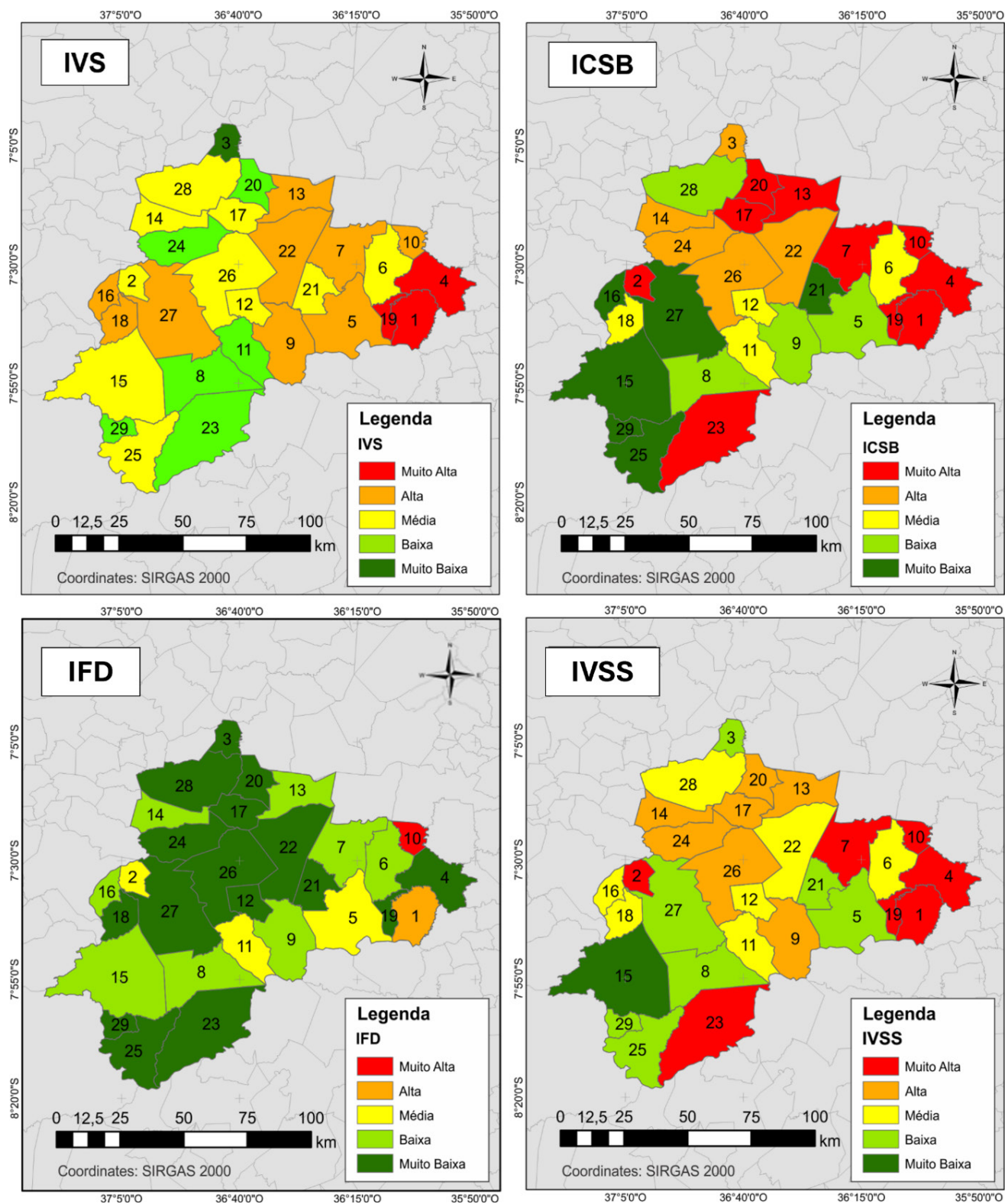


Figura 5.1 Mapas de índices. Fonte: Elaborado pelos autores.

O índice de 0,851 para São João do Tigre indica uma situação muito preocupante em termos de saneamento básico. Com apenas 10% da população tendo acesso à água encanada, a grande maioria dos moradores provavelmente depende de fontes alternativas, como poços ou nascentes, para suas necessidades básicas de água. Isso pode aumentar os desafios de acesso à água potável e segura, especialmente durante períodos de seca ou escassez. A

falta de sistemas de coleta e tratamento de esgoto sanitário pode resultar em poluição ambiental e riscos à saúde pública. O descarte inadequado de esgoto pode contaminar os recursos hídricos locais e aumentar o risco de doenças transmitidas pela água. A ausência de coleta de resíduos sólidos por uma empresa especializada sugere que a gestão de resíduos sólidos pode ser inadequada em São João do Tigre. Isso pode levar ao acúmulo de lixo nas ruas e áreas residenciais, contribuindo para problemas de saúde, poluição e degradação ambiental.

Em relação ao Índice de Fatores de Desertificação, o resultado foi de 0,230, considerado baixo. Os municípios com maior IFD foram Alcântil (0,49), Caturité (0,508) e Congo (0,383). Em relação à perda da vegetação, os valores variam de 0 a 0,53. Destacam-se Caraúbas (0,53), Caturité (0,45) e Barra de Santana (0,43). Já municípios como Amparo e Parari ganharam cobertura vegetal. A perda de área de corpos hídricos foi mais acentuada em Alcântil (0,945) e Riacho de Santo Antônio (0,962). Em contraste, municípios como Assunção e São João do Tigre aumentaram sua área com recursos hídricos. Em relação à frequência de queimadas na região, destacam-se Monteiro (0,11), Camalaú (0,11) e São João do Tigre (0,11). Os municípios que mais aumentaram sua área urbana foram Amparo (0,91) e São João do Tigre (0,5), que apresentam alto índice de urbanização, enquanto Assunção (0,13) e São Domingos do Cariri (0,338) têm valores mais baixos. O crescimento de áreas destinadas à agropecuária ocorreu com mais gravidade em Caturité (0,56), Zabelê (0,4) e Monteiro (0,41), com valores mais altos, refletindo forte presença dessas atividades econômicas.

Em Caturité, município com o mais alto indicador de processos que agravam a desertificação (0,508, considerado muito alto), várias tendências preocupantes são evidentes. A perda da cobertura vegetal apresenta uma taxa significativa, com um índice de 0,45, o que sugere uma degradação ambiental preocupante. A perda de corpos hídricos em Caturité é particularmente alarmante, atingindo 0,813. Isso indica séria diminuição na disponibilidade de água na região, o que pode levar a impactos negativos na vida selvagem, na agricultura e no abastecimento de água para a população. Apesar de não ser tão alta, a ocorrência de queimadas (índice de 0,08) pode contribuir para a degradação adicional da cobertura vegetal e agravar os problemas de desertificação. Com um índice tão elevado quanto 0,877, o crescimento da área urbana em Caturité está ocorrendo em um ritmo alarmante. Isso pode resultar em maior demanda por recursos naturais e serviços básicos, além de aumentar a pressão sobre o meio ambiente. O ganho de áreas destinadas à agropecuária revelou um índice de 0,560.

5.2 Índice de Vulnerabilidade Socioambiental à Seca

O Cariri Paraibano apresentou um Índice de Vulnerabilidade Socioambiental à Seca (IVSS) de 0,433, considerado alto. Registra-se que, dos 29 municípios avaliados, 7 apresentaram índice classificado como de muito alta vulnerabilidade socioambiental à seca: Barra de Santana (0,695), Alcântil (0,655), Amparo (0,623), São João do Tigre (0,597) e Caturité (0,585). Nove municípios apresentaram IVSS classificado como alto: Cabaceiras (0,544), Caraúbas (0,413), Gurjão (0,473), Livramento (0,433), Parari (0,492), Riacho de Santo Antônio (0,517), Santo André (0,491), São João do Cariri (0,443), São José dos Cordeiros (0,419) e Serra Branca (0,404). Seis municípios foram classificados com média vulnerabilidade socioambiental à seca: Boqueirão (0,373), Congo (0,371), Coxixola (0,367), Ouro Velho (0,366), Prata (0,377) e Taperoá (0,356).

Sete municípios apresentaram IVSS classificado como baixo: Assunção (0,334), Barra de São Miguel (0,366), Camalaú (0,318), São Domingos do Cariri (0,313), São Sebastião do Umbuzeiro (0,324), Sumé (0,314) e Zabelê (0,306). Apenas o município de Monteiro foi classificado como de muito baixa vulnerabilidade socioambiental à seca, com índice de 0,286.

Tabela 5.1 Resultado dos indicadores de vulnerabilidade socioambiental à seca.

Município	IVS	ICSB	IFD	IVSS	Classe
Barra de Santana	0,558	0,831	0,193	0,695	Muito Alto
Alcantil	0,523	0,786	0,490	0,655	Muito Alto
Amparo	0,394	0,851	0,381	0,623	Muito Alto
São João do Tigre	0,344	0,850	0,164	0,597	Muito Alto
Caturité	0,478	0,692	0,508	0,585	Muito Alto
Cabaceiras	0,447	0,641	0,203	0,544	Muito Alto
Riacho de Santo Antonio	0,504	0,529	0,280	0,517	Muito Alto
Parari	0,359	0,625	0,179	0,492	Alto
Santo André	0,315	0,668	0,215	0,491	Alto
Gurjão	0,446	0,501	0,249	0,473	Alto
São João do Cariri	0,420	0,467	0,166	0,443	Alto
Livramento	0,369	0,496	0,194	0,433	Alto
Caraúbas	0,482	0,344	0,338	0,413	Alto
São José dos Cordeiros	0,341	0,497	0,089	0,419	Alto
Serra Branca	0,376	0,433	0,129	0,404	Alto
Prata	0,400	0,354	0,106	0,377	Médio
Boqueirão	0,396	0,351	0,301	0,373	Médio
Congo	0,345	0,397	0,383	0,371	Médio
Coxixola	0,357	0,377	0,189	0,367	Médio
Barra de São Miguel	0,407	0,326	0,350	0,366	Médio
Ouro Velho	0,454	0,277	0,316	0,366	Médio
Taporoá	0,370	0,343	0,117	0,356	Médio
Assunção	0,261	0,406	0,151	0,334	Baixo
São Sebastião do Umbuzeiro	0,358	0,290	0,103	0,324	Baixo
Camalaú	0,323	0,313	0,213	0,318	Baixo
Sumé	0,406	0,221	0,132	0,314	Baixo
São Domingos do Cariri	0,359	0,267	0,083	0,313	Baixo
Zabelê	0,306	0,306	0,117	0,306	Baixo
Monteiro	0,367	0,205	0,204	0,286	Muito Baixo
Cariri Paraibano	0,395	0,470	0,23	0,43	Alto

Fonte: Elaborado pelos autores.

Municípios que geram maior preocupação são Barra de Santana, Alcantil, Amparo, São João do Tigre, Caturité, Cabaceira e Riacho de Santo Antônio. São 32,678 pessoas expostas a IVSS considerado Muito Alto.

Em relação à Figura 5.2, que considera a correlação entre o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) e o Índice de Carência de Saneamento Básico (ICSB), pode-se observar algumas tendências e padrões. Há grande variação nos índices, com algumas cidades apresentando valores significativamente mais altos ou mais baixos que a média. Observa-se possível correlação entre os dois índices. Por exemplo, municípios com alto índice de vulnerabilidade social tendem a apresentar também altos índices de carência de saneamento básico. Algumas cidades se destacam por apresentarem índices elevados em ambas as categorias, o que pode indicar áreas com maior necessidade de políticas sociais e climáticas, como é o caso de Alcantil, Caturité e Barra de Santana. Além disso, pode haver clusters regionais de municípios com índices semelhantes, o que pode indicar padrões socioeconômicos regionais.

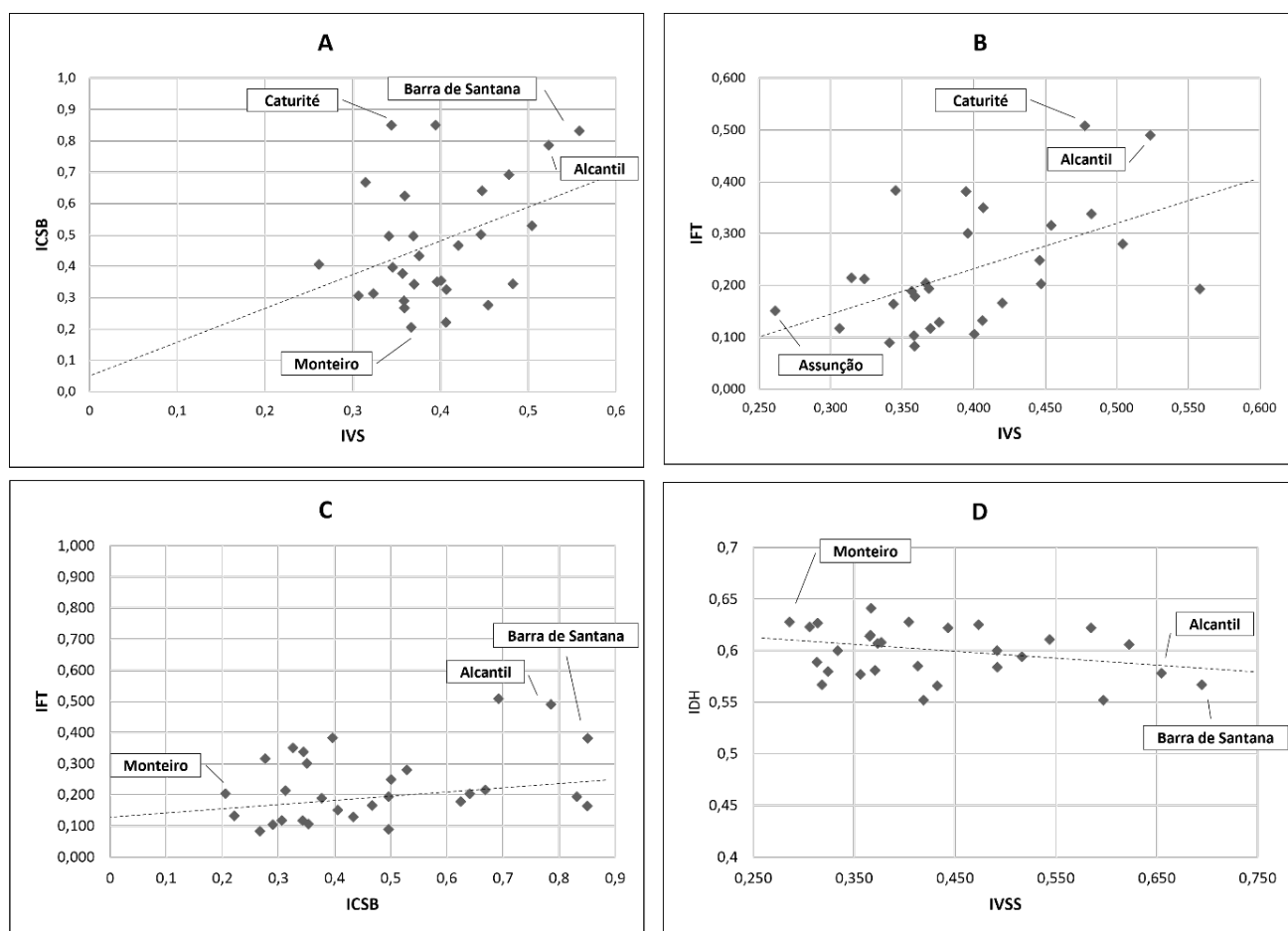


Figura 5.2 Correlação entre os indicadores. *Fonte:* Elaborado pelos autores.

Em relação à correlação entre o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) e o Índice de Fatores de Desertificação (IFD) (Figura 5.2), identifica-se alta vulnerabilidade social e fragilidade ambiental em municípios como Alcantil, Barra de Santana e Riacho de Santo Antônio, que apresentam IVS e IFD relativamente altos. Isso indica uma situação significativa de vulnerabilidade social e fragilidade ambiental, sugerindo a necessidade urgente de intervenções e políticas de desenvol-

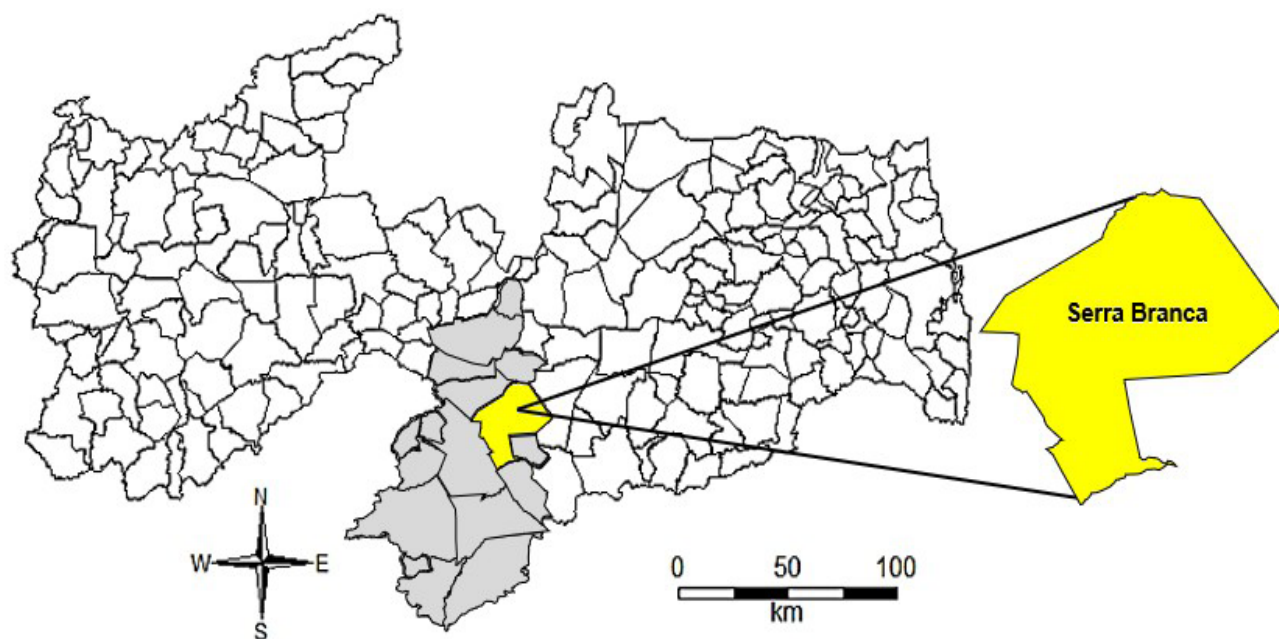
vimento social e ambiental. Em contrapartida, municípios como Assunção, Barra de São Miguel e Coxixola têm um IVS comparativamente baixo, mas seus IFDs são notavelmente altos. Isso pode indicar uma discrepância entre a situação social e ambiental desses locais, onde a população pode não estar enfrentando tantas dificuldades sociais, mas o ambiente está sob grande pressão ou ameaça. Há também alguns municípios com baixos IVS e IFD, como São Domingos do Cariri e São José dos Cordeiros. Isso sugere que essas áreas podem estar relativamente bem posicionadas em termos de vulnerabilidade social e fragilidade ambiental, mas ainda assim podem se beneficiar de medidas preventivas para manter esse status.

Ainda na Figura 5.2, que considera também a correlação do Índice de Carência de Saneamento Básico (ICSB) com o Índice de Fatores de Desertificação (IFD) nas cidades listadas, podemos observar alguns padrões e discrepâncias. Municípios como Amparo, Barra de Santana e São João do Tigre apresentam tanto um alto ICSB quanto um alto IFD. Isso indica uma situação preocupante, em que a falta de saneamento básico está associada a uma fragilidade ambiental significativa, potencialmente aumentando os riscos para a saúde pública e a qualidade de vida da população. Em contraste, municípios como Assunção e São José dos Cordeiros têm um ICSB relativamente baixo, mas seus IFDs são consideravelmente altos. Isso sugere que, embora o saneamento básico possa não ser uma preocupação tão urgente nessas áreas, outros aspectos ambientais podem estar sob pressão ou ameaça.

Algumas cidades, como Monteiro e Prata, exibem discrepância notável entre o ICSB e o IFD. Enquanto uma tem um ICSB baixo e um IFD moderado, a outra apresenta um ICSB moderado e um IFD baixo. Isso destaca a complexidade das condições sociais e ambientais de cada município, exigindo abordagens adaptadas e específicas para cada contexto. Em geral, parece haver correlação entre os níveis de carência de saneamento básico e os índices de fragilidade dos municípios. Municípios com maior carência de saneamento básico tendem a exibir índices de fragilidade mais elevados, destacando a importância do acesso ao saneamento como um componente fundamental para a resiliência da população.

Já quanto ao Índice de Vulnerabilidade Socioambiental à Seca (IVSS), em relação ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) nos municípios listados (Figura 5.2), podemos observar algumas tendências e padrões. Existe correlação negativa moderada entre o IVSS e o IDH. Em geral, municípios com um IVSS mais alto tendem a ter um IDH mais baixo, o que sugere que a vulnerabilidade socioambiental à seca está associada a um menor desenvolvimento humano nessas áreas. Enquanto alguns municípios, como Alcantil e Barra de Santana, têm um IVSS relativamente alto e um IDH moderado, outros, como São João do Tigre, apresentam um IVSS alto ao lado de um IDH mais baixo. Isso indica que a vulnerabilidade socioambiental à seca pode afetar diferentes comunidades de maneiras distintas, dependendo de uma série de fatores locais e regionais. Por outro lado, municípios com um IVSS mais baixo tendem a ter um IDH mais alto. Isso sugere que um ambiente socioambiental menos vulnerável à seca pode contribuir para um melhor desenvolvimento humano nas comunidades locais.

A correlação entre os índices sugere uma interconexão entre esses aspectos, com municípios que enfrentam problemas em uma área frequentemente enfrentando desafios nas outras. A alta vulnerabilidade socioambiental à seca em locais como Alcantil, Barra de Santana e São João do Tigre destaca a urgência de abordagens integradas que contemplem tanto as necessidades sociais quanto as questões ambientais. Por fim, essa correlação ressalta a importância de investimentos em políticas que promovam o desenvolvimento sustentável e a resiliência das comunidades locais.



Mapa 6.1 Serra Branca, no Cariri Paraibano. Fonte: Adaptado pelos autores de Olinda e Silva (2023).

O município de Serra Branca está inserido na mesorregião da Borborema, na microrregião do Cariri Ocidental, na região imediata de Campina Grande, localizado no bioma Caa-tinga. Possui uma área territorial de 698,101 km², sendo um dos 10 maiores municípios dos 223 do estado da Paraíba em extensão territorial. No entanto, apenas 3,15 km² do território de Serra Branca encontra-se urbanizado.

Serra Branca foi elevado à categoria de município pela Lei Estadual n. 2.065, de 27 de abril de 1959, desmembrando-se de São João do Cariri. Segundo dados oficiais do IBGE, no Censo de 2022, o município conta com uma população de 13.614 habitantes, representando um aumento de 4,83% em relação ao Censo de 2010. Ocupa a 66ª colocação entre os municípios paraibanos em termos populacionais, com densidade demográfica de 19,50 habitantes por quilômetro quadrado e média de 2,68 habitantes por residência.

Quanto à faixa etária da população, em comparação às médias nacionais, observa-se um crescimento de adolescentes do sexo masculino na faixa entre 14 e 19 anos, bem como de crianças e adolescentes do sexo feminino entre 10 e 14 anos. Há também um decréscimo parcial na população masculina de 20 a 34 anos. Os números voltam a crescer nas faixas entre 35 e 49 anos para os homens, e entre 30 e 44 anos para a população adulta do sexo feminino.

Pirâmide Etária - 2022

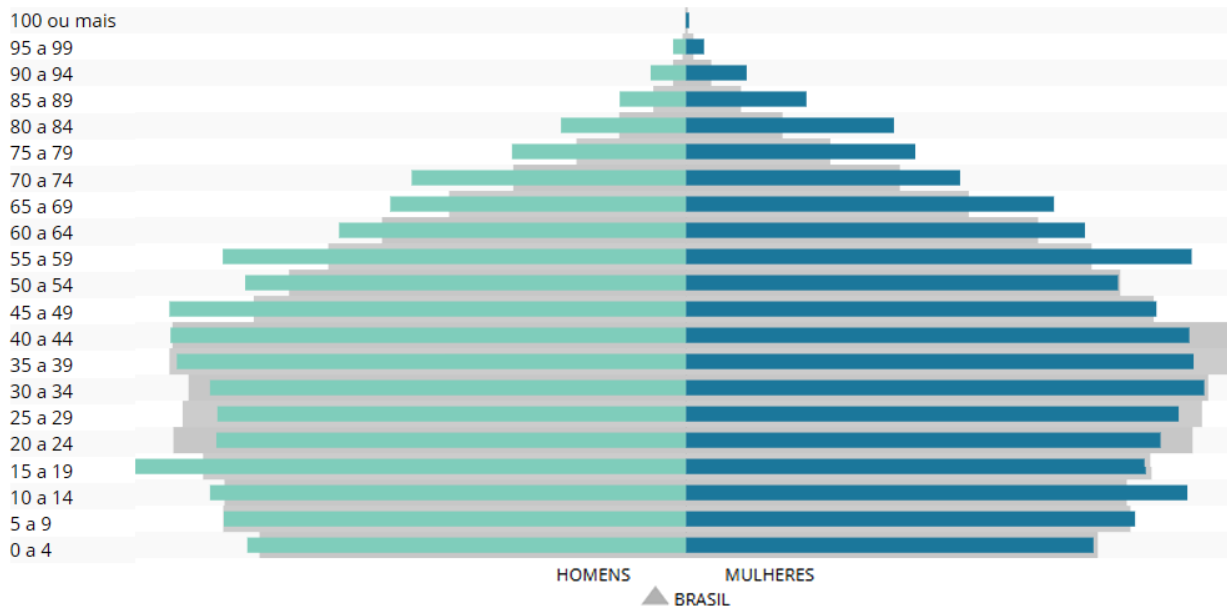


Figura 6.1 Pirâmide etária do município de Serra Branca (PB). Fonte: IBGE (2022).

O crescimento do PIB (Produto Interno Bruto) de Serra Branca apresentou avanço nos últimos dez anos em comparação ao Censo de 2010. Em 2022, o PIB per capita do município foi equivalente a R\$ 10.694,70, o que corresponde a uma renda média de 1,6 salário mínimo nacional. A população ocupada era de 1.151 pessoas, totalizando 8,34% da população. Outro dado relevante sobre a economia de Serra Branca é que 47,7% da população vive com cerca de $\frac{1}{2}$ salário mínimo mensal.

O PIB de Serra Branca é estimado em R\$ 62.123.334, com destaque para as culturas do milho e do feijão, além da agropecuária (caprinocultura), que representa cerca de R\$ 9.320.391. O setor industrial soma R\$ 6.138.271; o setor de comércio e serviços, R\$ 44.411.000; e o setor público arrecada impostos na ordem de R\$ 2.253.666.

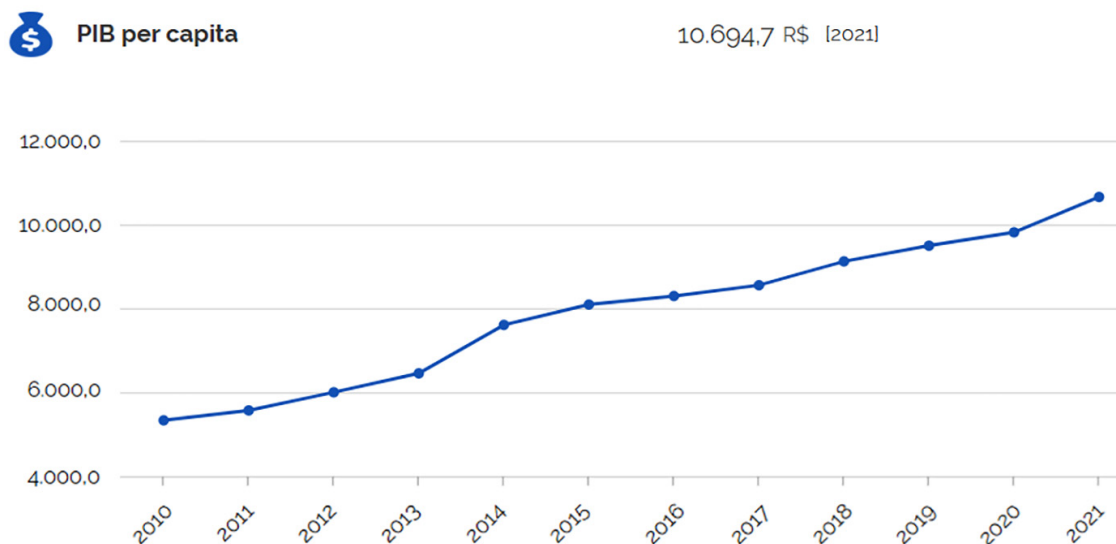


Figura 6.2 Evolução do PIB per capita de Serra Branca (PB). Fonte: IBGE (2022).

O município conta com apenas 24,3% dos domicílios com rede de esgotamento sanitário adequada, cerca de 95,5% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização¹ e apenas 0,9% dos domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio).

6.1 Perfil de Serra Branca

Serra Branca possui uma população de 13.614 habitantes em uma área de 698,102 km². De acordo com dados do IBGE de 2010, 47,7% dessa população vive com rendimento nominal mensal per capita de até meio salário mínimo. Em relação à população ocupada, os dados de 2021 indicam que 8,34% da população está inserida no mercado de trabalho. A taxa de escolarização entre crianças de 6 a 14 anos é elevada, alcançando 98,2%, conforme o IBGE de 2010. No que diz respeito à saúde, a mortalidade infantil é de 23 por mil nascidos vivos, segundo o IBGE de 2022. O Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) é de 0,389, conforme dados do IPEA de 2017, e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é de 0,628, de acordo com o PNUD de 2010. Esses indicadores refletem a realidade socioeconômica e de saúde do município, evidenciando desafios e avanços na qualidade de vida da população. O atual prefeito do município é Vicente Fialho de Sousa Neto.

Em 2022, Serra Branca registrou um total de receitas brutas realizadas de R\$ 53.230.942,12. As despesas brutas empenhadas totalizaram R\$ 51.958.446,97, indicando uma gestão financeira que, embora equilibrada, apresenta uma margem de receita superior às despesas. Esse equilíbrio é essencial para garantir a saúde fiscal do município. Além disso, o PIB per capita de Serra Branca, em 2021, foi de R\$ 10.694,70, refletindo a média de produção econômica por habitante. Esse indicador é importante para compreender o nível de riqueza e desenvolvimento econômico da população, servindo de base para futuras políticas públicas e investimentos que visem melhorar a qualidade de vida da população e a infraestrutura local.

No que diz respeito ao abastecimento de água em Serra Branca, 80,48% da população tem acesso a esse serviço. No entanto, a coleta de esgoto é inexistente, com 0% da população sendo atendida. Da mesma forma, não há tratamento de esgoto disponível, com 0% de cobertura nesse aspecto. Em relação ao manejo de resíduos sólidos, 64,89% da população tem acesso à coleta de lixo. Por fim, não há sistema de drenagem implementado, apresentando também 0% de cobertura. Esses dados ressaltam a necessidade de investimentos em infraestrutura, especialmente em esgotamento sanitário e drenagem, para melhorar a qualidade de vida da população e a gestão ambiental no município.

A análise dos dados de cobertura do solo em Serra Branca, entre 1985 e 2023, revela duas dinâmicas principais: a flutuação das áreas de floresta e o crescimento da agropecuária. A área de floresta apresentou uma tendência de queda acentuada, especialmente entre 1985 e 2001, quando passou de 35.437 hectares para 30.054 hectares. Essa perda significativa pode estar relacionada ao avanço da agropecuária e à urbanização. A partir de 2002, observa-se uma leve recuperação, alcançando 31.226 hectares em 2003 e atingindo 36.795 hectares em

1. Este dado não corresponde ao que foi observado *in loco*.

2006. No entanto, essa recuperação não se sustentou e, em 2023, a área de floresta caiu para 27.025 hectares, indicando um desmatamento contínuo.

Em Serra Branca, a incidência de arboviroses é de 0,8 caso para cada 1.000 habitantes. Esse dado indica uma preocupação com a saúde pública, uma vez que arboviroses, como dengue, chikungunya e zika, podem ter impactos significativos na qualidade de vida da população. Em 2022, Serra Branca registrou uma taxa de 58,8 internações por diarreia pelo SUS para cada 100 mil habitantes.

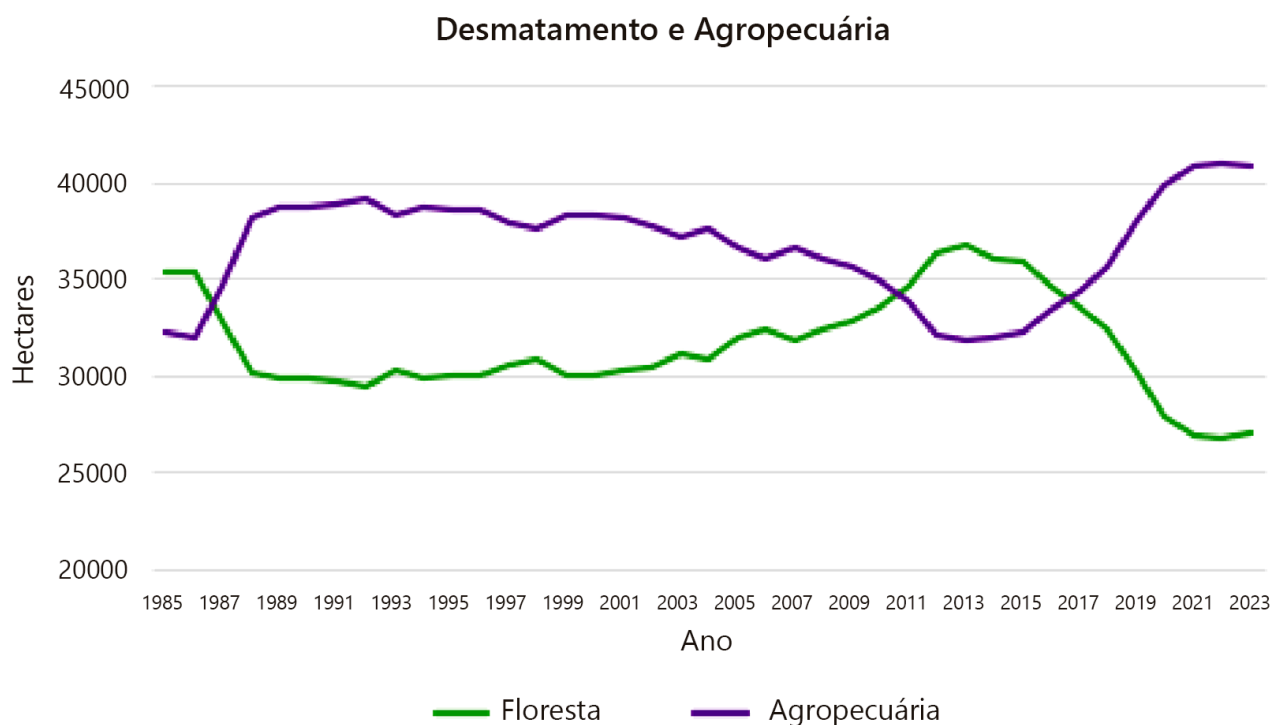


Figura 6.3 Relação entre desmatamento e agropecuária. *Fonte:* MapBiomias (2023).

Por outro lado, a agropecuária apresentou um crescimento constante, aumentando de 32.285 hectares em 1985 para 40.907 hectares em 2023. O crescimento mais significativo foi observado entre 2001 e 2023, especialmente após 2010, quando a área passou de 38.074 hectares para 40.907 hectares, refletindo uma possível intensificação das práticas agrícolas. A relação entre a diminuição da cobertura florestal e o aumento da agropecuária é evidente: à medida que a agropecuária se expandiu, as áreas de floresta diminuíram. Isso sugere que as políticas de manejo e uso do solo não foram eficazes em proteger a vegetação nativa.

A área de pastagem também apresentou crescimento expressivo ao longo dos anos, passando de 11.724 hectares em 1985 para 34.022 hectares em 2023. Esse aumento indica uma valorização das práticas de pecuária na região, impulsionada pela demanda por produtos de origem animal. No entanto, também pode ter impactos negativos sobre a vegetação nativa, contribuindo para o desmatamento e a degradação dos ecossistemas.

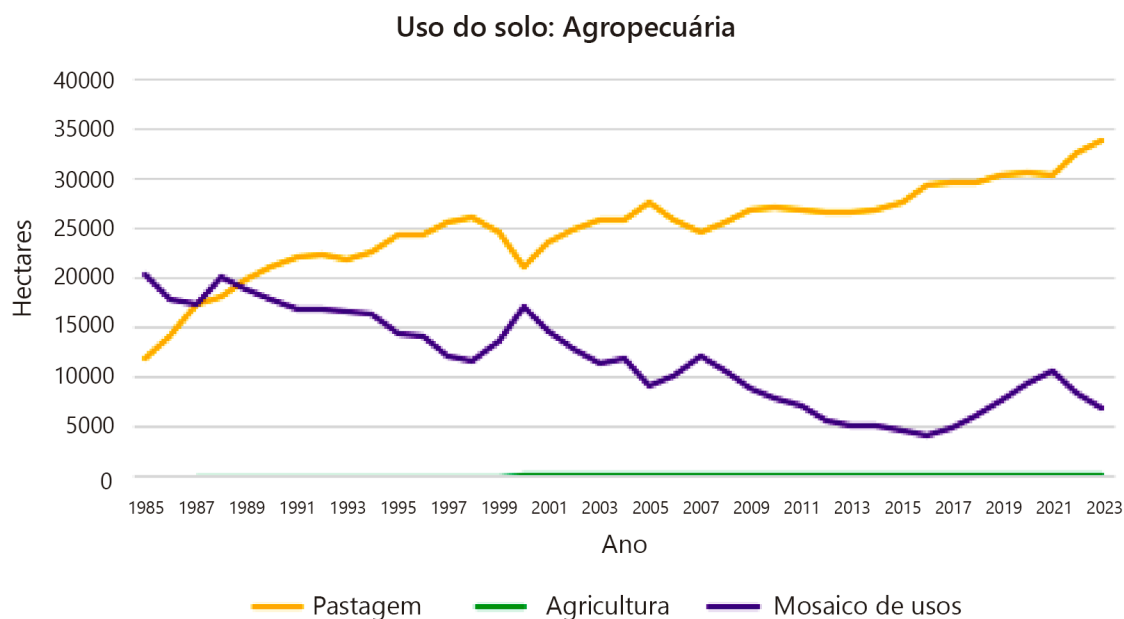


Figura 6.4 Uso do solo. *Fonte:* MapBiomias (2023).

Por outro lado, os dados sobre a agricultura mostram uma atividade limitada até os anos 2000, com registros escassos de área cultivada. A partir de 2002, houve um aumento gradual, com pequenas variações, atingindo seu pico em 2020, com 31 hectares. Essa evolução sugere que a agricultura tem se consolidado como uma atividade secundária em comparação com a pecuária, possivelmente devido à vocação do solo e à demanda de mercado. Em relação ao “mosaico de usos”, observa-se uma tendência de declínio ao longo do tempo, passando de 20.441 hectares em 1985 para apenas 6.854 hectares em 2023.

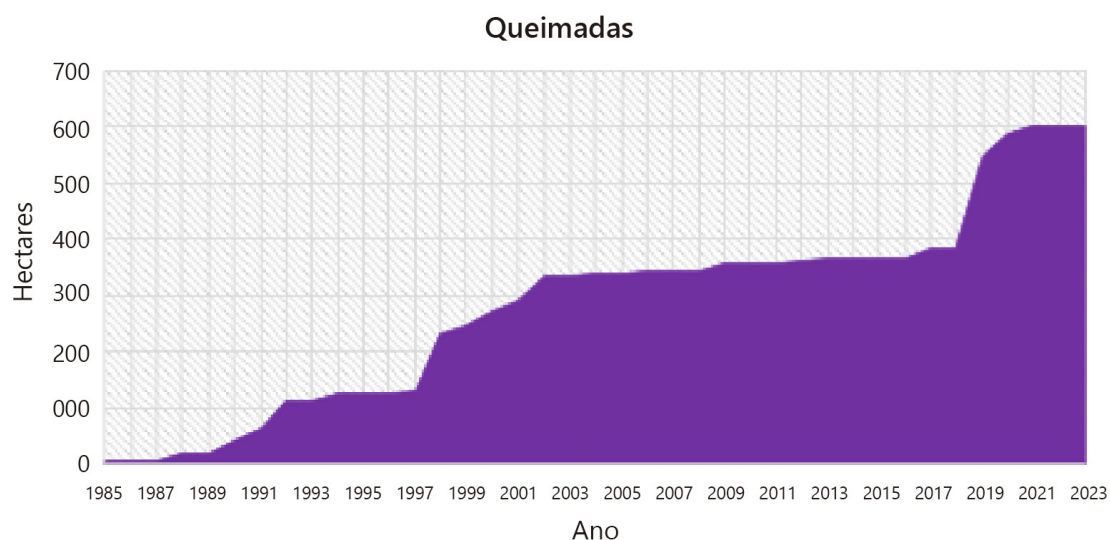


Figura 6.5 Evolução das queimadas. *Fonte:* MapBiomias (2023).

A análise dos dados de queimadas em Serra Branca, entre 1985 e 2023, revela uma tendência alarmante de aumento no número de ocorrências. Nos primeiros anos, as queimadas eram relativamente raras, com apenas seis registros em 1985 e 1986. Esse cenário mudou

drasticamente a partir de 1988, quando as ocorrências começaram a se intensificar, atingindo 21 registros. O aumento se tornou ainda mais expressivo nos anos seguintes, especialmente a partir de 1998, quando o número de queimadas saltou para 233.

A partir de 2000, a tendência de crescimento continuou, com um pico notável em 2022, quando foram registradas 602 queimadas. Esse crescimento contínuo reflete não apenas a pressão sobre os recursos naturais, mas também pode estar associado a práticas inadequadas de manejo da terra e à expansão da agropecuária. A intensificação das queimadas pode ter consequências severas para a biodiversidade local, a qualidade do solo e a saúde dos ecossistemas.

A análise dos dados sobre a área urbanizada e os corpos d'água em Serra Branca, entre 1985 e 2023, revela um panorama de urbanização crescente, em contraste com uma tendência de diminuição dos corpos d'água. A área urbanizada apresentou um crescimento consistente ao longo do período, passando de 79 hectares em 1985 para 279 hectares em 2023. O aumento mais acentuado foi observado nos últimos anos, especialmente entre 2017 e 2023, quando a urbanização saltou de 230 para 279 hectares. Esse crescimento pode ser atribuído ao aumento populacional e à demanda por infraestrutura urbana, refletindo um processo de urbanização intensificado na região.

Por outro lado, os dados sobre os corpos d'água mostram uma redução drástica. Em 1985, a área ocupada por corpos d'água era de 648 hectares, mas essa área diminuiu significativamente ao longo das décadas, atingindo apenas 222 hectares em 2023. O pico de redução ocorreu entre 1990 e 2000, quando a área caiu de 326 para 126 hectares. Essa diminuição pode estar relacionada à urbanização, ao uso inadequado da terra e à poluição, que afetam a qualidade e a disponibilidade dos recursos hídricos.

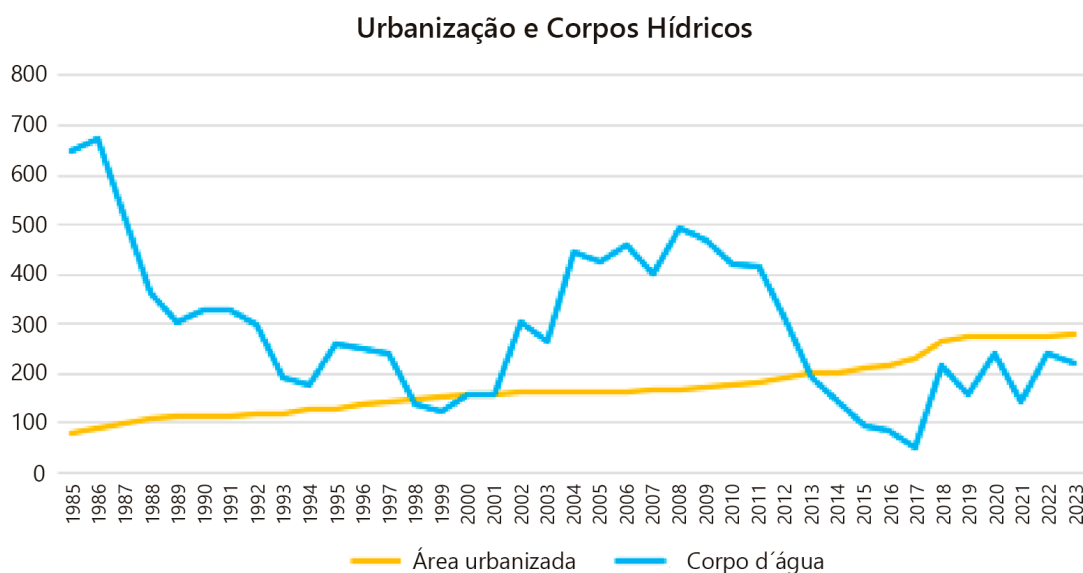


Figura 6.6 Urbanização e corpos hídricos. *Fonte:* MapBiomass (2023).

6.2 O Contexto Climático

As questões das mudanças climáticas despertam preocupação global há já algum tempo. O relatório do IPCC (IPCC, 2022) sinaliza para os eventos extremos, como secas mais prolongadas e períodos de chuvas mais intensos.

A região do Cariri da Paraíba é relevante para observarmos os efeitos de secas prolongadas. Os municípios do Cariri Ocidental – Amparo, Assunção, Camalaú, Congo, Coxixola, Ouro Velho, Parari, Livramento, Monteiro, Prata, São João do Tigre, São José dos Cordeiros, São Sebastião do Umbuzeiro, Serra Branca, Taperoá e Zabelê – compõem um arranjo institucional em sua região e são, em sua maioria, de pequeno porte. Hoje, ao que parece, a discussão sobre as mudanças climáticas está restrita às grandes cidades, deixando em certo esquecimento os pequenos municípios que, geralmente, são destituídos de infraestrutura básica e que podem, certamente, estar mais vulneráveis aos fenômenos extremos que acompanham o processo de mudanças climáticas.

Essa região é influenciada diretamente pelo Eixo Leste da transposição, que chega à Paraíba pela cidade de Monteiro e deságua no Rio Paraíba, cuja nascente também se localiza no Cariri, sendo o rio mais importante do estado, abastecendo um contingente de mais de 1 milhão de pessoas. Tanto a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) quanto o MapBiomas têm constatado que, nas últimas décadas, a vazão das nossas bacias tem diminuído, podendo chegar a perdas da ordem de 40%, com destaque para a região semiárida (ANA, 2024; MapBiomas, 2024).

Isso também tem sido constatado na bacia do Rio São Francisco, com perdas, nas últimas três décadas, da ordem de 60% da superfície de água (Barbosa e Buriti, 2024). No caso do Rio São Francisco, os dados apontam que as altas temperaturas, no contexto de ondas de calor e secas-relâmpago, têm contribuído para o aumento do uso da água, somando-se à situação crítica do rio: diminuição da cobertura de mata ciliar, presença de bancos de areia ao longo do manancial, irrigação inadequada, exposição do solo e desmatamento. Isso torna o semiárido ainda mais vulnerável e, portanto, mais exposto a eventos extremos, reforçando, mais uma vez, a necessidade urgente de revitalização do “Velho Chico”, principal fonte de água dessa região, especialmente com a transposição em dois grandes canais, outros ramais existentes e mais alguns ainda em fase de planejamento.

O relatório mais recente do IPCC (IPCC, 2023) corrobora justamente com a ideia de elevação da temperatura em regiões como o semiárido. Os mapas da Figura 6.7, elaborados no âmbito do Grupo de Pesquisa em Gestão Pública e Cidades Inteligentes, com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQ), evidenciam essa alteração no recorte temporal de 40 anos.

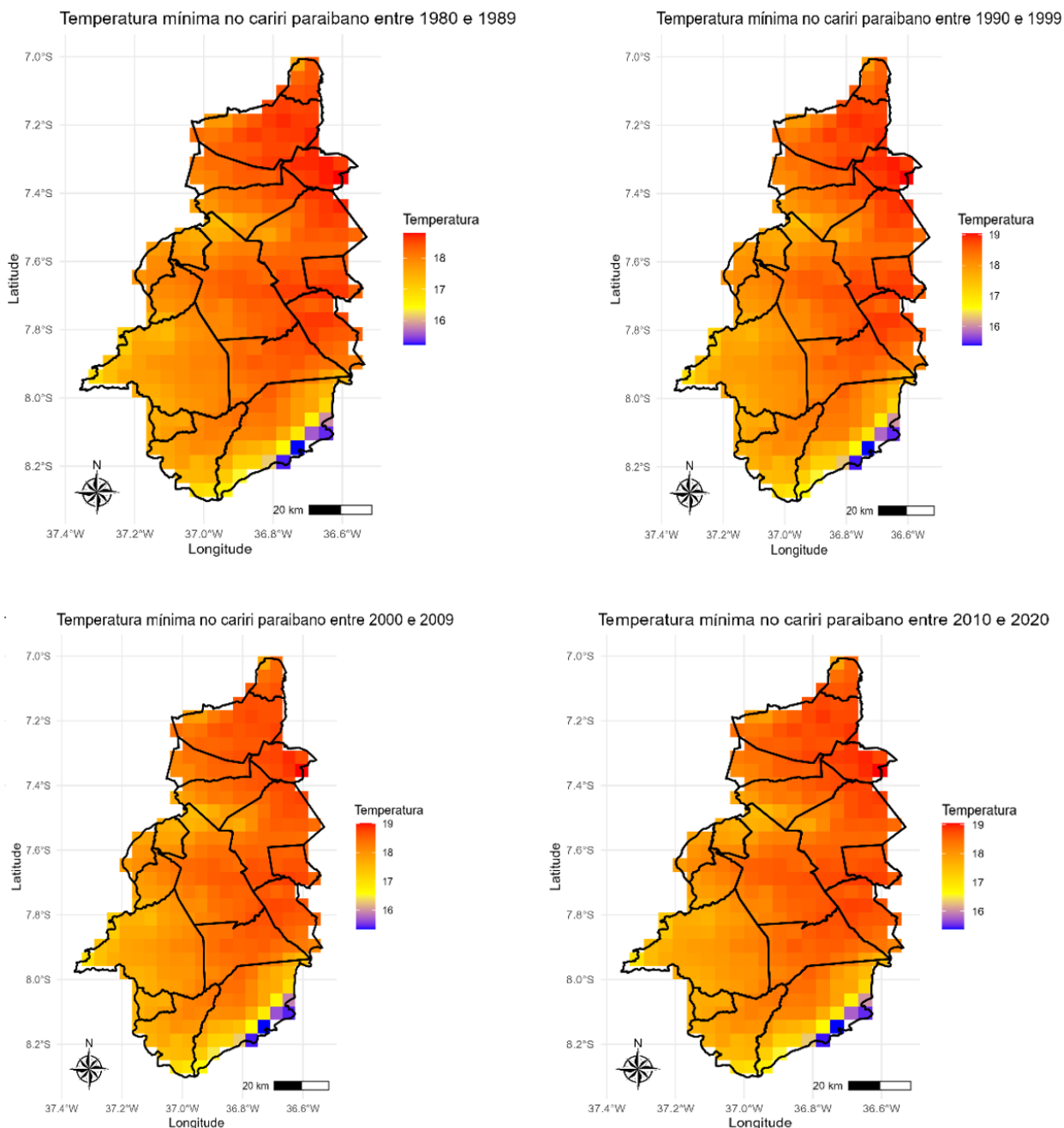


Figura 6.7 Mapas com a dinâmica de temperatura no Cariri Paraibano. *Fonte:* Elaboração própria.

Esse aumento da temperatura tem sido acompanhado por uma diminuição da pluviosidade na região. O Gráfico 6.1, produzido no âmbito da pesquisa, aponta a redução das precipitações nessa área entre os anos de 1980 e 2020.

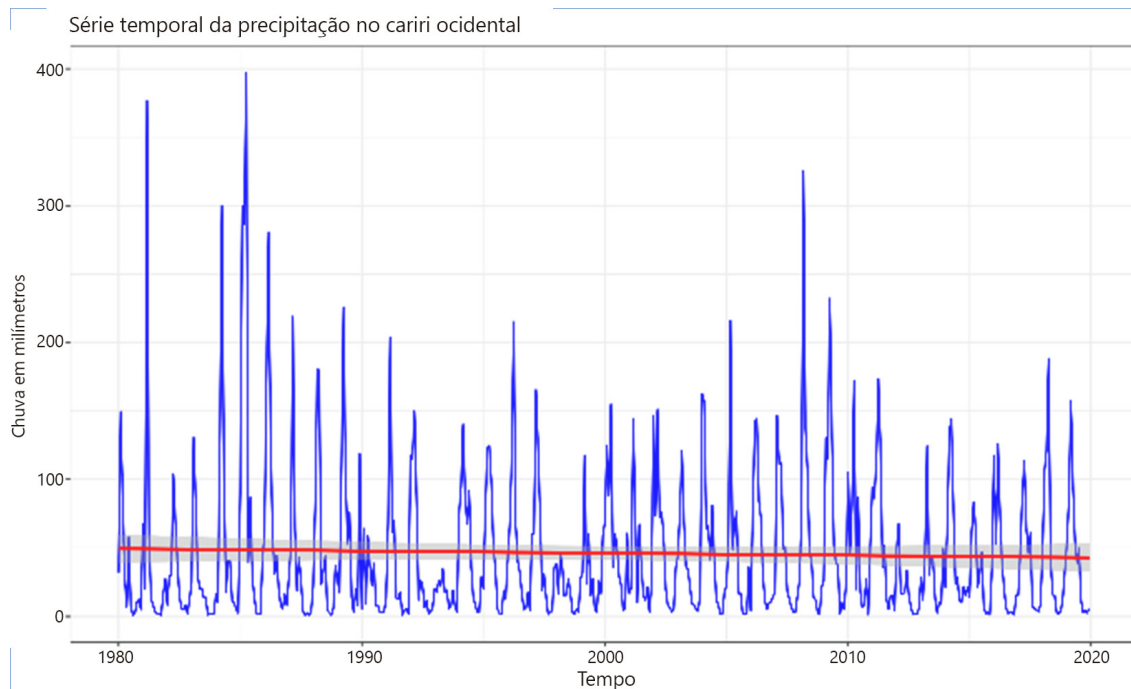


Gráfico 6.1 Série temporal das precipitações médias mensais entre os anos de 1980 e 2020. *Fonte:* Elaboração própria.

6.3 Efeitos no Processo de Desertificação

São diversos os fatores que podem estar agravando o processo de desertificação no Cariri Paraibano e que também podem estar relacionados à recorrência de secas na região. Houve uma redução significativa das áreas florestadas e dos corpos hídricos entre os anos de 1985 e 2022, conforme dados do MapBiomas (2022). Em 1985, a área de floresta totalizava 623.012 hectares, enquanto em 2022 esse valor caiu para 555.435 hectares. O município de Alcantil teve uma redução de 24.777 hectares para 14.684 hectares, e São Domingos do Cariri passou de 12.521 hectares para 11.744 hectares. Observou-se também uma queda drástica nas áreas naturais não florestadas, que passaram de 1.274 hectares em 1985 para apenas 52 hectares em 2022. Há clara tendência de redução das áreas de floresta e das formações naturais não florestais, indicando desmatamento e mudanças no uso da terra.

O Cariri Paraibano vem registrando um aumento progressivo da área destinada à agropecuária, que cresceu de 474.803 hectares em 1985 para 540.580 hectares em 2022. Isso representa um salto de 40% da área total em 1985 para 48% em 2022. Em Alcantil, a área agropecuária passou de 5.811 hectares para 15.920 hectares; em Barra de Santana, de 11.839 hectares para 22.965 hectares; e em Monteiro, de 23.070 hectares para 39.138 hectares, no mesmo período. Além disso, registrou-se uma ampliação das áreas desmatadas sem uso, que passaram de 12.143 hectares em 1985 para 20.660 hectares em 2022.

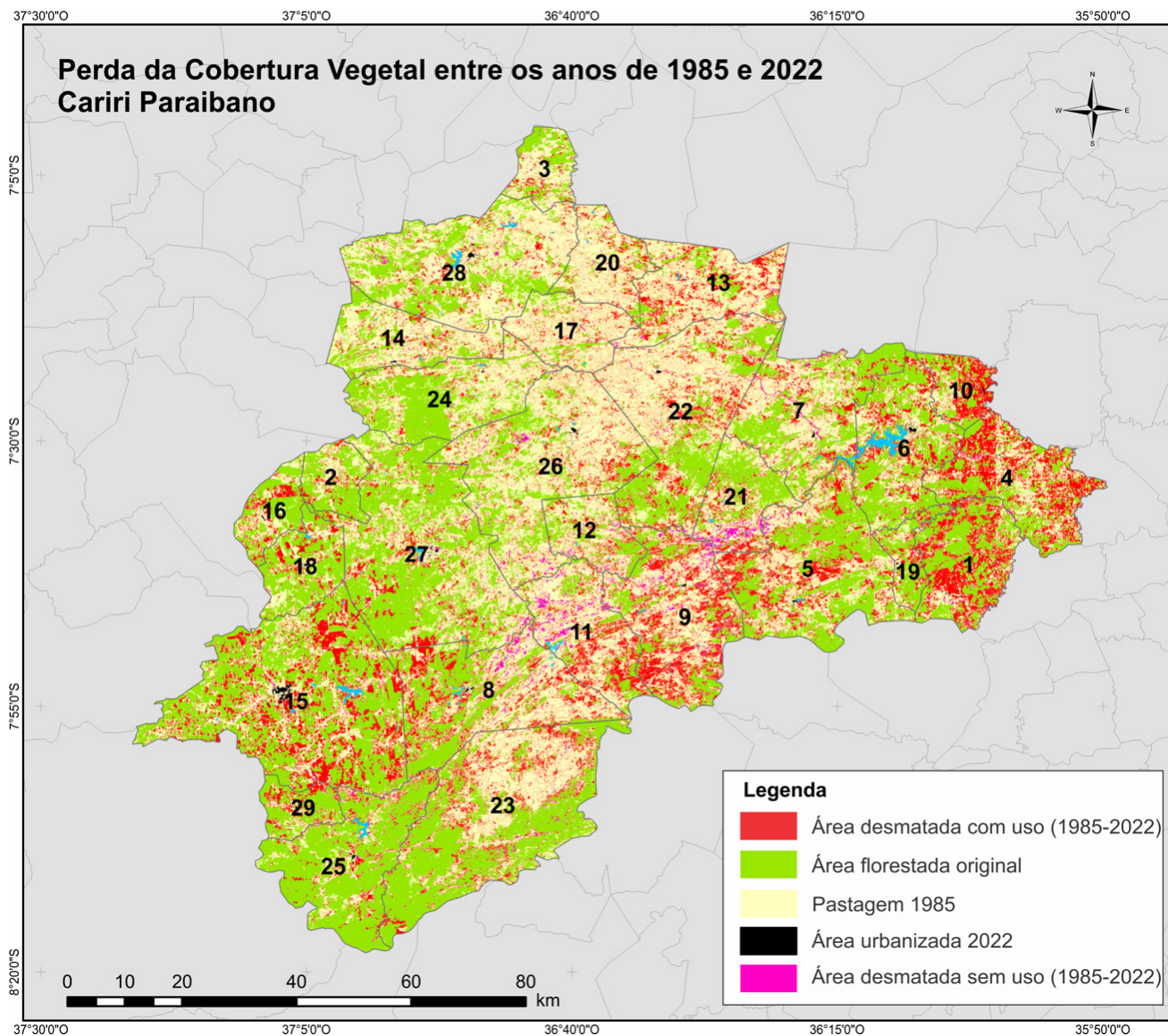


Figura 6.8 Perda da cobertura vegetal entre os anos de 1985 e 2022. *Fonte:* Elaborado pelos autores com base nos dados do MapBiomas (1985 e 2021).

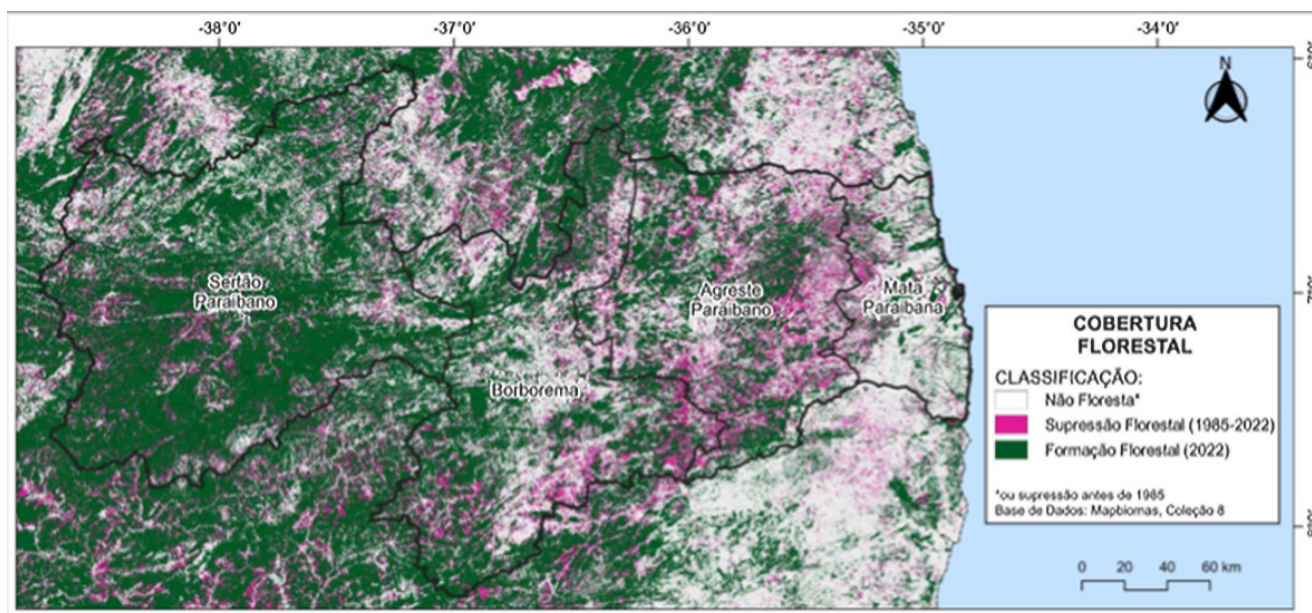
Outro fator preocupante, que ainda requer mais estudos, é a redução dos corpos d'água: de 12.403 hectares em 1985 para 6.904 hectares em 2022. O município de Boqueirão passou de 2.740 hectares em 1985 para 1.462 hectares em 2022, e Barra de São Miguel, de 968 hectares para 244 hectares no mesmo período. A redução significativa das áreas de corpos d'água pode estar relacionada às mudanças climáticas, ao uso excessivo de recursos hídricos ou à poluição.

A análise dos dados sobre queimadas revela um crescimento preocupante da área queimada na região do Cariri entre os anos de 1985 e 2022. A região como um todo mostra um aumento expressivo, passando de 575 hectares em 1985 para 47.059 hectares em 2022. Esse crescimento representa uma tendência contínua de expansão das áreas afetadas por queimadas. Os municípios com maiores aumentos são:

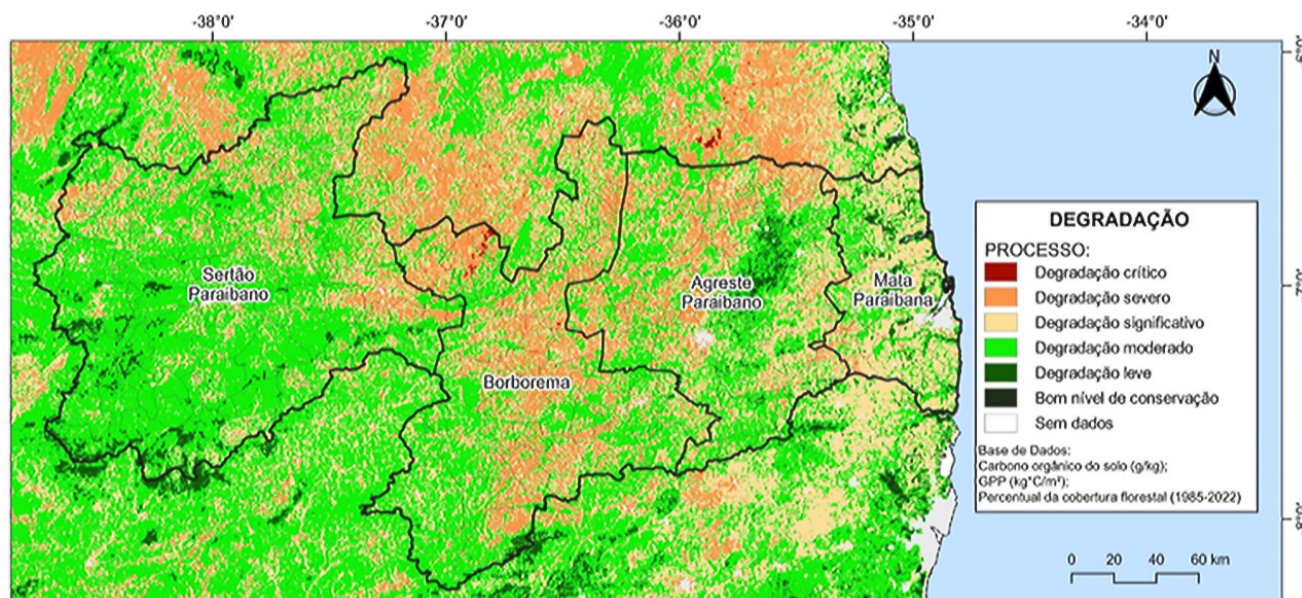
- ♦ Camalaú, que não apresentava cicatrizes de incêndio em 1985, registrou 6.069 hectares queimados em 2022;

- ♦ Monteiro, que passou de 161 hectares em 1985 para 11.169 hectares em 2022, apresentando um dos maiores aumentos contínuos;
- ♦ São João do Tigre, que saltou de 9 hectares em 1985 para 8.648 hectares em 2022, indicando uma escalada substancial.

Esses dados podem ser observados nos mapas da Paraíba gerados pelo Observatório da Caatinga, demonstrando um processo sério de supressão florestal.



Mapa 6.2 Situação da cobertura florestal da Paraíba. *Fonte:* Observatório da Caatinga.



Mapa 6.3 Processo de desertificação. *Fonte:* Observatório da Caatinga.

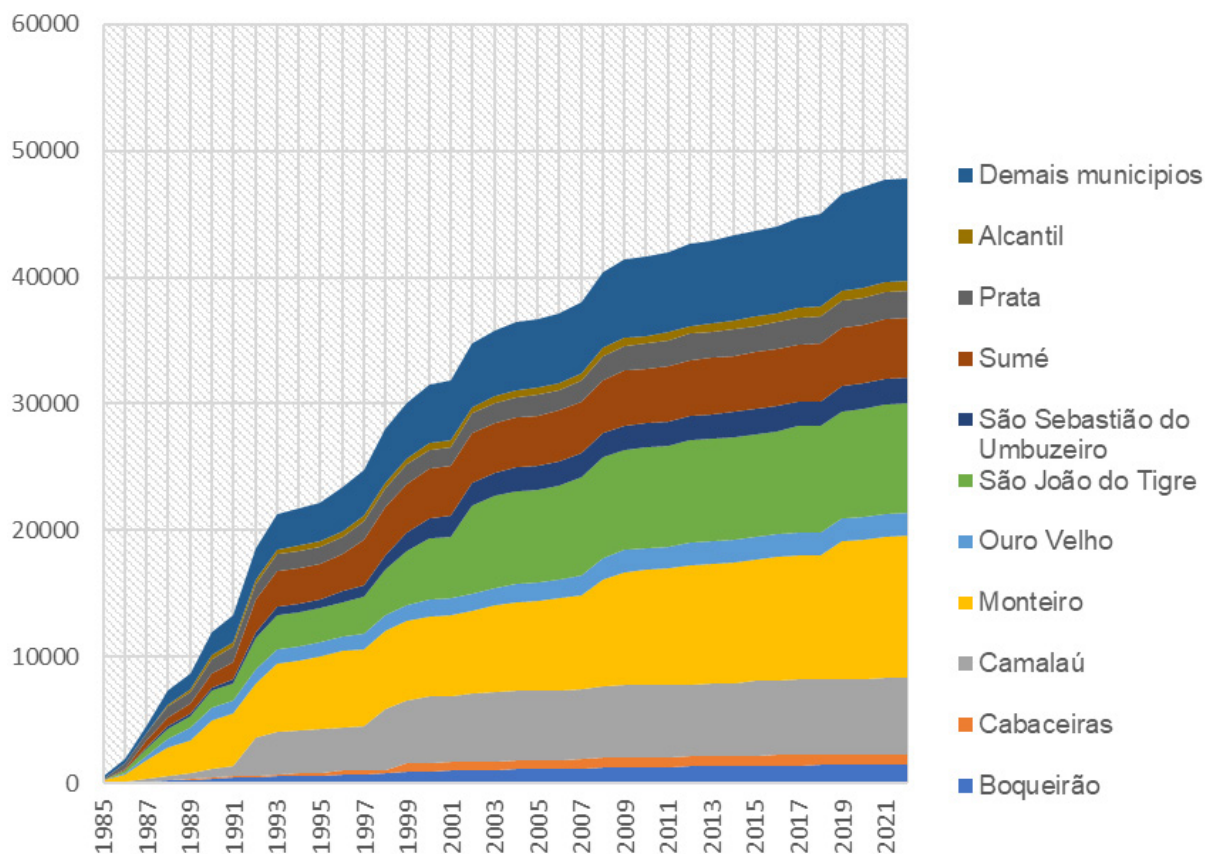


Figura 6.9 Municípios com as maiores áreas queimadas acumuladas entre os anos de 1985 e 2022. *Fonte:* Elaborado pelos autores com base nos dados do MapBiomass (1985/2022).

Existem também fatores que aumentam a vulnerabilidade social da população à seca. Em primeiro lugar, pode-se citar o clima da microrregião, que é semiárido e se caracteriza por um índice pluviométrico baixo, podendo variar de 400 mm a 600 mm por ano. Além da irregularidade das chuvas, o Cariri Paraibano enfrenta desafios específicos que agravam os impactos da seca. A transposição do Rio São Francisco, com a construção do Eixo Leste, bem como o funcionamento das adutoras, minimizou o problema da disponibilidade de água para a região. Porém, ainda se registra baixo acesso e distribuição de água potável, principalmente para as populações socialmente vulneráveis. Na maioria dos municípios, há registro de distribuição de água realizada por meio de carros-pipa, com operações efetuadas pelo Exército e/ou prefeituras locais, armazenando a água em cisternas.

Atualmente, apenas 63% da população do Cariri é atendida com abastecimento de água, ou seja, cerca de 60.377 pessoas não têm acesso à água encanada (SNIS, 2022). Apenas 32% dos domicílios possuem coleta de esgoto, dos quais somente 15% são tratados. Além disso, apenas 48% do lixo é coletado. O consumo dessa água, muitas vezes não tratada, está relacionado ao elevado registro de doenças e contaminações. Outros fatores agravam o problema: a ocorrência de secas prolongadas, a poluição e/ou contaminação dos mananciais, o barramento de fontes, a concentração fundiária e a expansão da prática de irrigação convencional têm contribuído para aumentar os conflitos pelo acesso à água potável (Moreira et al., 2016). Além disso, há questões socioeconômicas históricas relevantes:

- ♦ 48% da população tem renda média de até ½ salário mínimo por mês (IBGE, 2010);
- ♦ A mortalidade infantil média é de 25,31 óbitos por mil nascidos vivos, acima da média estadual de 14,72 (IBGE, 2022);
- ♦ O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) da região é de 0,598, considerado médio (PNUD, 2010).

Como resultado desses processos, que combinam transformações antrópicas, condições socioeconômicas e mudanças climáticas, foram registradas 172 ocorrências de seca entre os anos de 2003 e 2022 (CEPED/UFSC, 2022). Cerca de 555 mil habitantes foram afetados, totalizando um prejuízo estimado em R\$ 1,3 bilhão no período analisado. Em situações de secas prolongadas, muitas pessoas são forçadas a migrar para áreas urbanas, o que sobrecarrega localidades com infraestrutura precária. Esse processo pode estar relacionado à redução da população na região, que passou de 218.737 habitantes em 2010 para 191.269 em 2022 (IBGE, 2010; 2022).

6.4 Pontos de Vulnerabilidade da Cidade

A perda de cobertura vegetal é um dos grandes problemas estruturais do município, assim como a diminuição das chuvas ao longo do tempo, conforme já demonstrado anteriormente. A seguir, apresentamos alguns pontos que podem ser considerados como áreas de vulnerabilidade no território de Serra Branca. As Figuras 6.10 e 6.11 evidenciam a presença de um córrego urbano que necessita de revitalização. Observa-se a situação da calha e das margens do curso d'água, assim como a vegetação existente, aspectos fundamentais para garantir a correta drenagem da água ao longo de seu traçado.

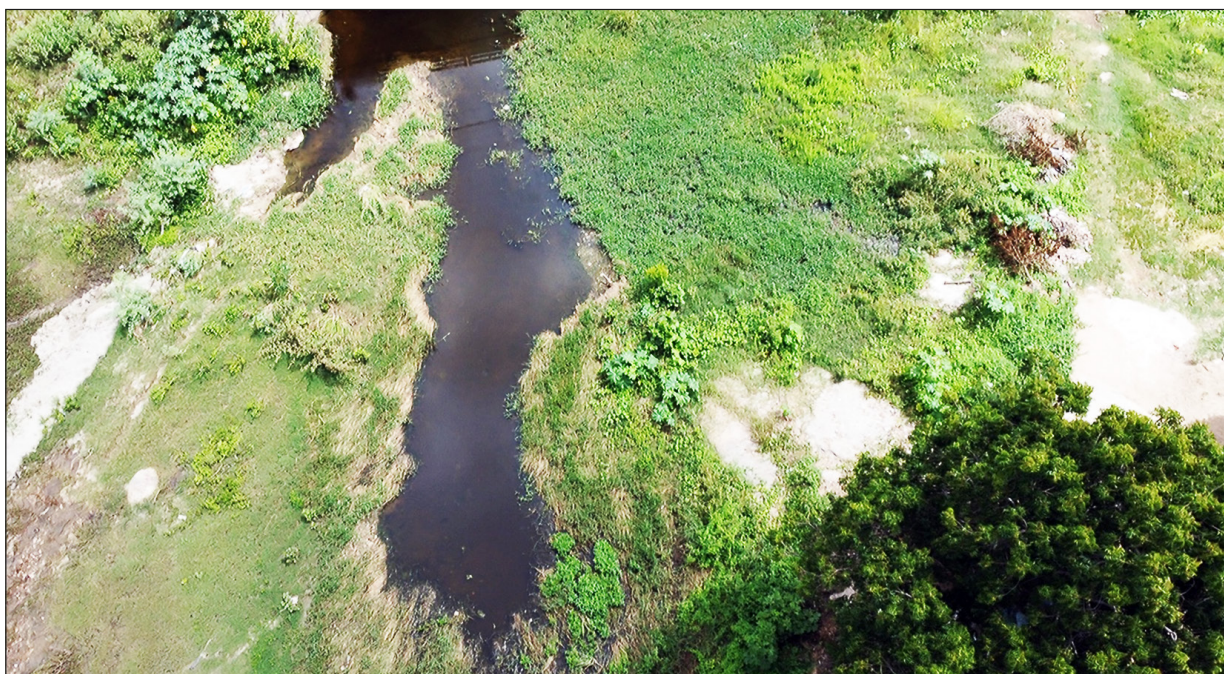


Figura 6.10 Riacho da Serra. *Fonte:* Foto dos autores.



Figura 6.11 Ponte sobre o Riacho da Serra. *Fonte:* Foto dos autores.

Nas informações coletadas durante as diversas visitas realizadas pela equipe de pesquisa, constatou-se a precariedade dos aspectos relacionados ao saneamento básico. Além da deficiência na coleta de esgoto, observou-se também a drenagem comprometida e a presença de córregos próximos à área urbana, os quais demandam da gestão pública municipal maior atenção e investimento na revitalização desses espaços (Figura 6.12).



Figura 6.12 Rio Poção. *Fonte:* Foto dos autores.



Figura 6.13 Ponte do Bairro do Pilão sobre o Rio Poção. *Fonte:* Foto dos autores.



Figura 6.14 Vista aérea do Rio Poção. *Fonte:* Foto dos autores.



Figura 6.15 Rio Poção. *Fonte:* Foto dos autores.

A coleta de esgoto ainda é insuficiente para atender à demanda da cidade, havendo pontos que evidenciam essa precariedade (Figura 6.16). A ausência de uma coleta adequada dos efluentes, aliada à consequente falta de tratamento, pode representar uma fonte de adoecimento para a população, além de comprometer significativamente a qualidade ambiental.



Figura 6.16 Lançamento inadequado de efluente. *Fonte:* Secretaria de Meio Ambiente do Município de Serra Branca.



Figura 6.17 Ponto de coleta de esgoto. *Fonte:* Secretaria de Meio Ambiente do Município de Serra Branca.

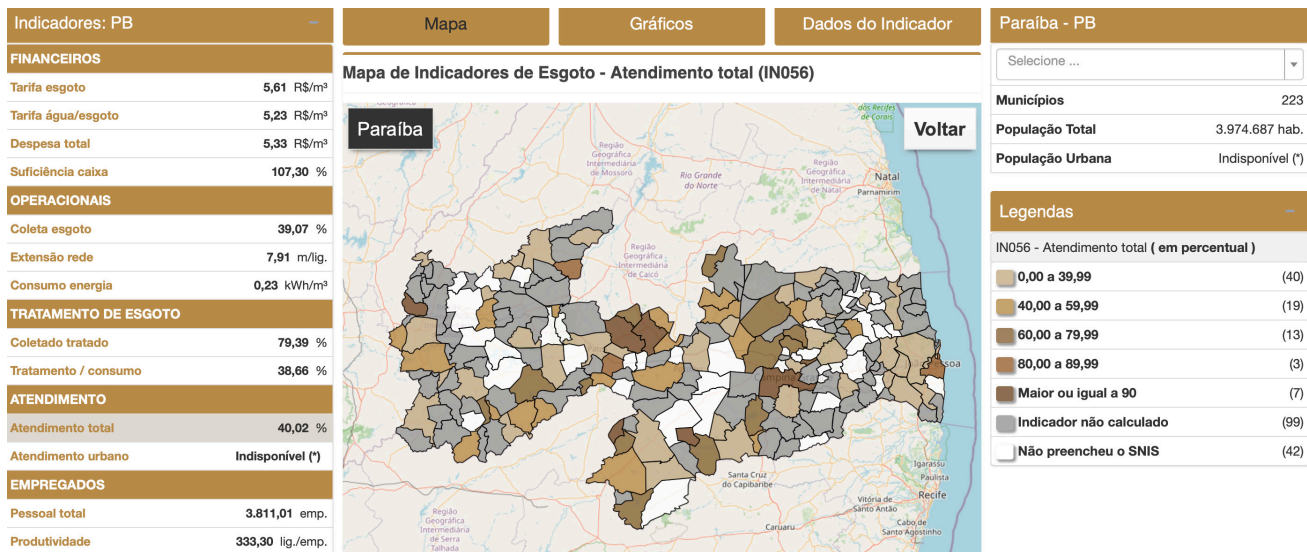


Figura 6.18 Ponto de coleta de esgoto. *Fonte:* Secretaria de Meio Ambiente do Município de Serra Branca.



Figura 6.19 Ponto de coleta de esgoto. *Fonte:* Secretaria de Meio Ambiente do Município de Serra Branca.

As informações coletadas nas visitas indicam que a coleta de esgoto atende apenas cerca de 20% dos efluentes produzidos, o que é um índice bastante baixo. O Mapa 6.4 evidencia que o município não preencheu o formulário que compõe os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).



Mapa 6.4 Saneamento na Paraíba. *Fonte:* Painel de Indicadores do Ministério da Cidade (2023).

Porém, os indicadores demonstram que o Estado da Paraíba apresenta um desempenho insatisfatório no que se refere à coleta e tratamento dos efluentes (Gráfico 6.2).

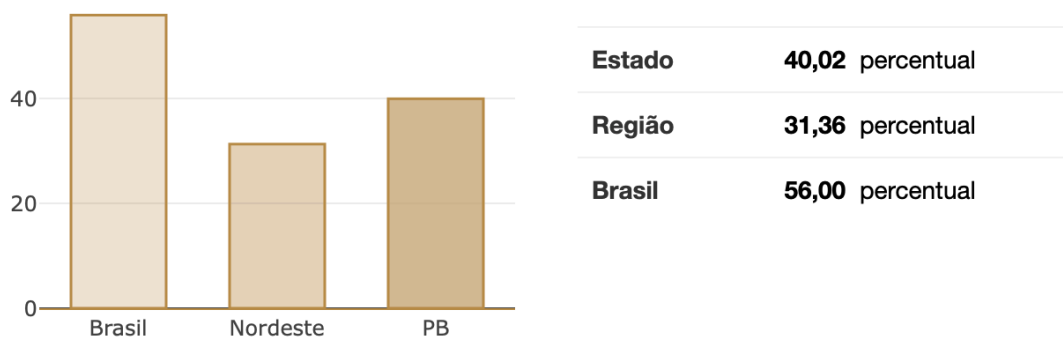


Gráfico 6.2 Saneamento na Paraíba. *Fonte:* SNIS (2023).

Outro ponto de fragilidade do território é a baixa quantidade de árvores ao longo do espaço urbano, o que contribui para o aumento da sensação térmica entre os munícipes, tornando o ambiente inóspito (Figura 6.20). Essa carência de arborização é visível em diversas áreas da cidade, onde se verificam poucos espaços de sombra (Figuras 6.20, 6.21, 6.22, 6.23 e 6.24).

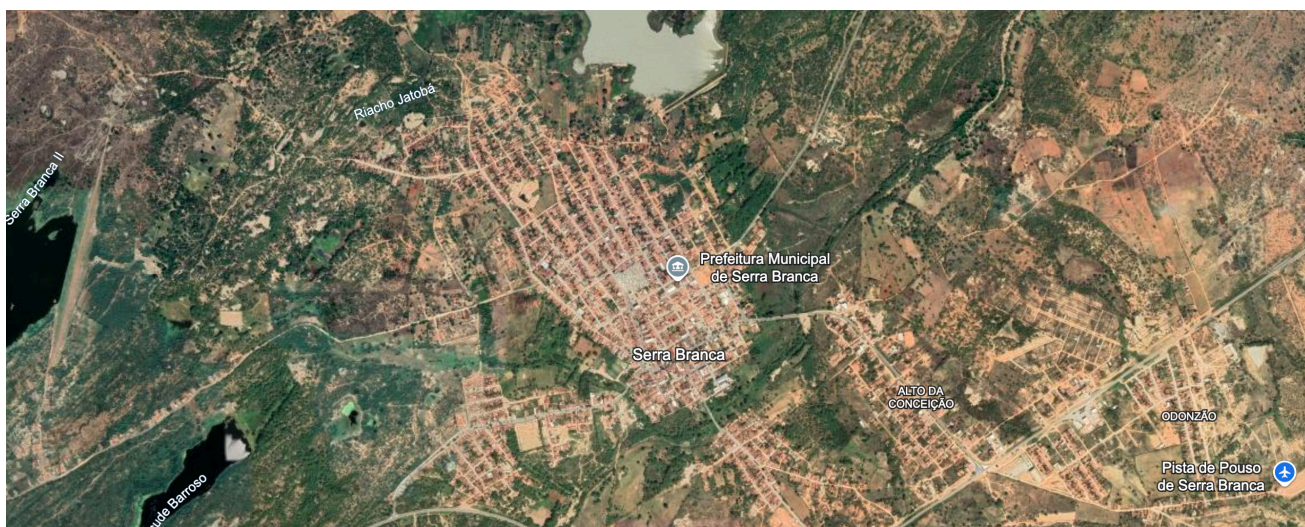


Figura 6.20 Imagens de satélite de Serra Branca e seu núcleo urbano. *Fonte:* Foto dos autores.



Figura 6.21 Vista panorâmica do centro de Serra Branca. *Fonte:* Foto dos autores.



Figura 6.22 Vista panorâmica de Serra Branca. *Fonte:* Foto dos autores.



Figura 6.23 Bairro de Serra Branca. *Fonte:* Foto dos autores.



Figura 6.24 Rua do centro de Serra Branca. *Fonte:* Foto dos autores.

É preciso destacar os benefícios da arborização nas cidades, que, segundo Cecchetto, Christmann e Oliveira (2014), são:

- ♦ *A estabilidade do solo onde está inserida:* as raízes das árvores proporcionam maior fixação da terra, diminuindo os riscos de deslizamentos;
- ♦ *O conforto térmico associado à umidade do ar e à sombra:* melhora o microclima, equilibrando a temperatura por meio da sombra e da evapotranspiração;
- ♦ *A redução da poluição:* está diretamente relacionada às características da espécie; quanto mais pilosa, cerosa ou espinhosa, mais absorve gases e folículos poluentes nas superfícies;
- ♦ *A melhoria da infiltração da água no solo:* evita erosões associadas ao escoamento superficial das águas das chuvas;
- ♦ *A proteção e direcionamento do vento:* atua como barreira natural, criando obstáculos entre as edificações e as rajadas de vento;
- ♦ *A proteção dos corpos d'água e do solo:* filtra impurezas da água e impede a condução direta de poluentes ao lençol freático;
- ♦ *A conservação genética da flora nativa:* com a proliferação das espécies locais, preservam-se os exemplares típicos da região;
- ♦ *O abrigo à fauna silvestre:* contribui para o equilíbrio das cadeias alimentares, reduzindo pragas e vetores de doenças;
- ♦ *A formação de barreiras visuais e/ou sonoras, proporcionando privacidade:* funciona como obstáculo para que os ruídos não se propaguem entre construções, além de oferecer proteção visual;
- ♦ *O embelezamento da cidade, proporcionando prazer estético e bem-estar psicológico:* texturas, cores e formas variadas quebram a monotonia da paisagem urbana, oferecendo novos campos visuais;
- ♦ *A melhoria da saúde física e mental da população:* contribui para o aumento da umidade relativa do ar, redução da poluição e embelezamento da cidade;
- ♦ *A importância na infiltração das águas pluviais:* evita o escoamento superficial, prevenindo alagamentos e enchentes nas áreas urbanas.

Diante disso, é fundamental realizar um inventário das árvores existentes na cidade, com diagnóstico qualitativo e quantitativo da arborização urbana. Esse levantamento fornecerá subsídios para a elaboração de estratégias eficazes no enfrentamento da ausência de cobertura vegetal. O manejo da arborização precisa ser adequado. Muitos problemas urbanos decorrem do conflito entre árvores mal escolhidas e os equipamentos urbanos, como fiações elétricas, encanamentos, calçadas, muros e postes de iluminação. Diante dessa situação, comum nas cidades brasileiras, somada à escassez de árvores em ruas e avenidas, torna-se urgente adotar práticas de manejo contínuo e planejado voltadas especificamente à arborização urbana (Barcellos et al., 2012).

7.1 Diretrizes Climáticas

Um dos grandes problemas identificados por Lioubimtseva e Cunha (2020) reside na falta de continuidade e de aprendizado com as experiências passadas, na ausência de colaboração e de compartilhamento de conhecimento entre as cidades, na escassez de diversidade entre as partes interessadas envolvidas no desenvolvimento dos planos, na baixa integração entre setores econômicos, escalas e iniciativas de planejamento, bem como na negligência à sensibilidade e à capacidade adaptativa na avaliação da vulnerabilidade humana. Soma-se a isso a reduzida atenção à equidade e à justiça ambiental. Ou seja, constata-se uma verdadeira desconexão por parte dos responsáveis pela formulação dos planejamentos de resiliência. Esse tipo de descolamento é impensável, considerando que o problema a ser mitigado envolve múltiplos setores e pessoas. A integração é essencial, e uma comunidade bem articulada pode ser capaz de encontrar soluções eficazes para esse tipo de desafio.

Drolet e Sampson (2017), utilizando uma metodologia de análise voltada para cidades pequenas, destacam a necessidade de os governos fornecerem um ambiente favorável à sustentação do voluntariado, com recursos e suporte à infraestrutura, potencializando, assim, a capacidade das organizações voluntárias de alcançar o desenvolvimento sustentável. E ainda completam afirmando o seguinte:

Comunidades membros reconhecem que os padrões insustentáveis de consumo e produção são os principais contribuintes à mudança climática e à pobreza, e o desenvolvimento sustentável só pode ser assegurado se as políticas, estilos de vida humanos, sustentáveis e de baixo carbono, e adotar uma abordagem de meios de subsistência sustentáveis (Drolet e Sampson, 2017, p. 72).

Tendo isso em vista, é essencial que o governo esteja presente e constantemente ativo, procurando compreender as necessidades da população. É necessário criar, portanto, uma grande comunidade que tenha como prioridade o engajamento de todas as pessoas, aproveitando o que cada indivíduo tem de melhor a oferecer para contribuir com um desenvolvimento mais sustentável. Além disso, é preciso deixar claro que esses objetivos somente serão alcançados se houver maior atenção, por parte dos governos, à urgência de mudança no estilo de vida das pessoas em todos os âmbitos existentes, promovendo uma verdadeira readequação de costumes e mentalidades.

Ainda tratando das cidades pequenas, é importante destacar a relevância da descentralização. Rumbach (2016) afirma que a descentralização foi responsável por criar o potencial para uma governança de desastres mais aprimorada, ao fornecer autoridade constitucional e legal para melhorias urbanas, governança e elaboração de planos e programas locais de

gestão de desastres, comprovações observadas em pequenas cidades de Bengala Ocidental, na Índia.

Na Espanha, fatores de risco associados às mudanças climáticas têm gerado uma realidade na qual os cidadãos das áreas rurais precisam deslocar-se de seus locais de origem para os centros urbanos, resultando na escassez de mão de obra e de pessoas nas localidades rurais. A elevação do nível do mar, o aumento das temperaturas e a escassez de água representam ameaças à população costeira e insular, incentivando sua migração para outras regiões. Diante dessa realidade, os autores refletem da seguinte forma:

As mudanças climáticas e a mobilidade humana são dois desafios globais interconectados que já estão afetando diferentes partes do planeta e exigem uma resposta adequada devido às suas implicações econômicas, sociais e ambientais. Ambos são fenômenos complexos, heterogêneos e multicausais que afetam diretamente as condições e a qualidade de vida das pessoas. E ambos são caracterizados por serem fenômenos que se retroalimentam e se intensificam, afetando especialmente as áreas mais empobrecidas e vulneráveis aos efeitos das mudanças climáticas (Pentinat e Calzadilla, 2023, p. 39).

Diante do contexto apresentado, é possível extrair lições importantes. As mudanças climáticas frequentemente induzem os cidadãos a buscarem refúgio em outras localidades, impulsionados pela escassez de recursos hídricos e por outros desafios ambientais que constantemente rondam suas vidas. Essa realidade de deslocamento forçado, muitas vezes, resulta em situações de exclusão social, uma vez que os afetados, ao migrarem para áreas urbanas, enfrentam dificuldades para se integrar plenamente à sociedade. Com frequência, deparam-se com obstáculos para conseguir emprego e podem acabar vivendo em condições precárias, inclusive em situação de rua, o que evidencia a complexidade e as consequências sociais que as mudanças climáticas podem causar na vida das pessoas.

Portanto, conforme discutido por Pentinat e Calzadilla (2023), os deslocamentos populacionais devem ser gerenciados, e não evitados. Além dos dados estatísticos, é importante identificar áreas vulneráveis e compreender como os movimentos populacionais são afetados pelo clima, especialmente em cenários de desastres graduais. É crucial adotar uma abordagem abrangente para apoiar a população, fortalecendo sua capacidade de adaptação e prevenindo crises humanitárias.

As discussões e os temas levantados são os que a literatura climática contemporânea vem abordando, com o objetivo de tornar os impactos climáticos cada vez mais controláveis e adaptáveis. A pesquisa realizada se apoia nesse tipo de debate e análise para propor possíveis soluções em formato de diretrizes, que sejam capazes de preparar os municípios de menor porte para uma realidade incontestável de mudanças climáticas e seus impactos.

- ♦ **Buscar melhorar o envolvimento das pessoas com idades mais avançadas e comunidades mais afetadas pelas mudanças climáticas** – *Climate change implications for disaster risk management in Japan: A case study on perceptions of risk management personnel and communities in Saijo city.*
- ♦ **Gerenciamento dos impactos da urbanização descontrolada e periurbanização** – *Peri-urbanization of small cities in Java and its impacts on paddy fields: The case of Tegal Urban Region, Indonesia.*
- ♦ **Gestão de resíduos orgânicos em pequenas cidades** – *The application of the analytical hierarchy process (AHP) in determining organic waste process technology-oriented-reducing greenhouse gas.*
- ♦ **Maior coordenação entre diferentes setores para a criação de uma agenda urbana coerente a fim de que adaptações sejam realizadas mais eficientemente** – *The challenges of water, waste and climate change in cities.*
- ♦ **Aplicar um sistema de agricultura regenerativa** – *The imperative for regenerative agriculture.*
- ♦ **Inserção de atividades rurais no meio urbano** – *How to build food-sustainable cities and give health to the ageing urban residents: a tale of two community gardens in Lisbon, Portugal.*
- ♦ **Aplicação de conhecimentos práticos de adaptação às mudanças climáticas nas escolas** – *Planning cities in Africa.*
- ♦ **Estabelecer uma comunidade engajada e consciente, buscar o desenvolvimento social por meio da educação e medidas na parte de sustentabilidade** – *Care-full and just: Making a difference through climate change adaptation.*
- ♦ **Implementação de um sistema de desinfecção para tratamento da água** – *Feasibility of rainwater harvesting and consumption in a Middle Eastern semiarid urban area.*
- ♦ **Implementação de captação de água da chuva para a população** – *Feasibility of rainwater harvesting and consumption in a Middle Eastern semiarid urban area.*
- ♦ **Aumentar a capacidade de resiliência mediante a expansão urbana** – *Climate hazards in small and medium cities in the Amazon Delta and Estuary: challenges for resilience.*
- ♦ **Realização de um pacto entre as cidades locais para o cumprimento das ODS** – *Multilevel governance of sustainable energy policies: The role of regions and provinces to support the participation of small local authorities in the Covenant of Mayors.*
- ♦ **Capacidade de lidar com chuvas intensas e catastróficas que não podem mais ser absorvidas pelo sistema de esgoto** – *Living with urban flooding: a continuous learning process for local municipalities and lessons learnt from the 2021 events in Germany.*
- ♦ **Bons profissionais que entendam do assunto** – *A community of practice approach to planning water sensitive cities in South Africa.*
- ♦ **Gestão adequada de um sistema municipal de água** – *Urban water demand prediction for a city that suffers from climate change and population growth: Gauteng Province case study.*

Fonte: Elaboração própria.

Tendo em vista tudo o que foi posto, algumas diretrizes se mostram mais adequadas e aplicáveis em pequenas cidades do que outras. Por isso, foi possível organizar uma lista com as diretrizes mais fundamentais, de modo a permitir que os municípios compreendam melhor as práticas mais recomendadas e efetivas identificadas na literatura climática. Essas diretrizes podem servir de base para a construção de projetos voltados ao enfrentamento das mudanças climáticas em municípios como Serra Branca e Cabaceiras. A adoção dessas medidas contribuiria significativamente para elevar o nível de resiliência e preparação dessas localidades diante de possíveis situações de emergência climática.

Quadro 7.2 Lista de diretrizes fundamentais para pequenas cidades.

Buscar melhorar o envolvimento das pessoas com idades mais avançadas e comunidades mais afetadas pelas mudanças climáticas: O envolvimento dos idosos na gestão de desastres é crucial devido à sua experiência e sensibilidade às mudanças climáticas. Líderes comunitários ligados à agricultura têm uma percepção mais aguçada das mudanças climáticas, o que facilita o apoio das comunidades a medidas de redução de riscos.

Gestão de resíduos orgânicos em pequenas cidades: A compostagem pode ser uma solução eficaz para lidar com os resíduos orgânicos em pequenas cidades, trazendo benefícios ambientais, econômicos e sociais. Investimentos na coleta e separação de resíduos são fundamentais para garantir a qualidade dos materiais biodegradáveis e reduzir a quantidade de plástico nos aterros.

Maior coordenação entre diferentes setores para a criação de uma agenda urbana coerente a fim de que adaptações sejam realizadas mais eficientemente: Uma Agenda Urbana coerente permite que as cidades abordem os desafios de maneira integrada, evitando soluções fragmentadas que podem ser ineficazes ou até mesmo imprudentes. A coordenação entre diferentes setores (água, energia, transporte, saúde, etc.) garante que as ações de adaptação climática sejam complementares e sinérgicas. Também, com uma abordagem de longo prazo, as cidades podem prever e se preparar melhor para os impactos das mudanças climáticas, tornando a utilização de recursos para antecipar tais problemas mais eficientes, além de diversas outras vantagens.

Aplicar um sistema de agricultura regenerativa: A maneira como tratamos o solo pode impactar as mudanças climáticas com consequências benéficas ou prejudiciais, dependendo se o solo é preservado ou degradado. A agricultura regenerativa visa melhorar a saúde do solo e restaurar solos degradados, o que melhora a qualidade da água, vegetação e produtividade da terra. Esses métodos aumentam o carbono orgânico no solo existente e constroem novo solo, capturando carbono da atmosfera. Além disso, melhoram a estrutura, saúde e fertilidade do solo, a produtividade das culturas, a retenção de água e a recarga de aquíferos, reduzindo inundações, secas e erosão do solo.

Estabelecer uma comunidade engajada e consciente, buscar desenvolvimento social por meio da educação e medidas na parte de sustentabilidade: Para estabelecer uma comunidade engajada e consciente, o município deve promover o desenvolvimento social por meio da educação e medidas de sustentabilidade. É essencial incentivar a participação da população em ações sustentáveis, tornando-as públicas e promovendo reuniões e eventos focados em práticas de adaptação aos desafios climáticos. A participação ativa da comunidade é crucial para a conscientização e mudança de paradigmas sociais. A educação deve ser direcionada tanto aos jovens, no ambiente escolar, quanto aos adultos, especialmente quando os problemas climáticos afetam diretamente suas vidas. Este é o momento ideal para que os gestores incentivem ações sustentáveis com a participação social.

Implementação de um sistema de desinfecção para tratamento da água: A pasteurização solar é uma das possibilidades, que se destaca como uma técnica de desinfecção de baixo custo para tratamento de água. A ingestão de água contaminada é uma das principais causas de doenças e mortes nos países em desenvolvimento. A utilização de sistemas voltados à desinfecção para tratamento da água é um fator importante a ser considerado.

Implementação de sistemas de captação de água da chuva para a população: RWH é definido como a coleta e armazenamento deliberados de água da chuva por estruturas naturais ou artificiais para uso posterior. Um exemplo é o fornecimento de cisternas para a população, tornando as pessoas capazes de aproveitar a água da chuva para consumo próprio.

Capacidade de lidar com chuvas intensas e catastróficas que não podem mais ser absorvidas pelo sistema de esgoto: Para prevenção desse tipo de questão, é de fundamental importância que seja feito o mapeamento das áreas com maiores possibilidades de alagamento. Mapas confiáveis de risco de chuva forte só podem ser determinados se a formação do escoamento na área for conhecida com certeza. Estudos que quantifiquem com precisão a formação e a concentração do escoamento, tanto no local quanto em laboratório, são, portanto, urgentemente necessários.

Ações direcionadas à capacitação dos catadores e demais profissionais que lidam com resíduos sólidos: Profissionalizar catadores melhora suas condições de trabalho e aumenta a renda, contribuindo para a inclusão social e a redução da pobreza.

Realização de um pacto entre as cidades locais para o cumprimento das ODS: Para que as ações sejam ainda mais factíveis, é importante que parcerias sejam feitas. No caso das pequenas cidades, é de grande relevância que cidades vizinhas se reúnam para o cumprimento dos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) e potenciais perigos climáticos, como se fosse um pacto entre os prefeitos.

Fonte: Elaboração própria.

7.2 Planos e Adaptação: Metas e Ações Estratégicas

A seguir, são elencados alguns eixos de ação desse Plano de Ação Climática Municipal:

1. Abastecimento de água, buscando sistemas mais resilientes, em uma atitude cooperativa entre poder público nas três esferas do Estado: Governo Federal, Governo Estadual e Municipal. O foco deve ser o abastecimento com observância da qualidade e quantidade de água e do uso racional da água. Buscar estratégias de reservação da água;
2. A recuperação da vegetação de caatinga, paralelamente coibindo as queimadas;
3. Recuperação dos córregos, rios e riachos, passando pela limpeza do entorno, recuperação da calha, das margens, coibindo o lançamento de resíduos e efluentes diretamente nesses corpos hídricos;
4. Atingir 100% de saneamento, especialmente coleta e tratamento dos efluentes, considerando o patamar baixíssimo de cobertura (Elaboração do Plano de Saneamento);
5. A coleta e tratamento de esgoto é apenas uma das dimensões do saneamento, é preciso observar a limpeza urbana, a drenagem e a coleta de resíduos sólidos. Quanto a

essa última dimensão, o município tem envidado esforços no sentido de elaborar um plano de manejo de resíduos sólidos ancorado na construção de um aterro sanitário, como determina a legislação, sendo imperioso reconhecer o esforço da administração municipal nesse sentido;

6. Reforçar e auxiliar a associação de catadores existente;
7. Reforçar as ações de ecoponto, baseadas na logística reversa. Incentivar o processo de reciclagem e aproveitamento de resíduos em atividades como o artesanato;
8. Dotar a administração pública de uma infraestrutura mínima para ampliar e implementar ações ambientais no município, o que tem sido realizado, pois pudemos perceber que se investiu na instalação de uma Secretaria Municipal de Meio Ambiente formada por pessoas comprometidas e com formação acadêmica apropriada. Isso deve ter continuidade, assumindo um caminho de evolução nesse processo e manifestando cada vez mais responsabilidade;
9. Implementar um esforço de arborização da cidade, antecedido por amplo estudo acerca das espécies nativas e que melhor se adaptem à zona urbana, eliminando ou mitigando as “ilhas de calor” e melhorando a sensação térmica dos municípios;
10. Incluir a zona rural, maior extensão territorial do município, no cronograma de coleta de resíduos, sendo uma das estratégias estabelecer pontos de coleta em áreas de maior acessibilidade. Outra estratégia seria a instalação de biodigestores nas comunidades, o que propiciaria o aproveitamento de resíduos para a produção de energia, bem como a possibilidade de produção de adubo natural. Isso pode auxiliar na diminuição da queima dos resíduos pelos moradores de comunidades rurais, prática comum na região. É importante frisar que a administração local tem conduzido o processo de coleta seletiva, inclusive ampliando para a zona rural;
11. Implementar a discussão ambiental, com destaque para as condições climáticas e sobre todos os elementos aqui apresentados, nas escolas municipais. Promover treinamentos com os professores da rede municipal. Um exemplo que já vem acontecendo é o Programa Escola Sustentável;
12. Reforçar o Programa Agentes Ambientais Comunitários, já desenvolvido;
13. Implementar iniciativas de turismo local e valorização cultural;
14. Reforçar uma rede de produção de conhecimento em parceria com as instituições de ensino superior da região;
15. Criar campanhas educativas que possam chamar a atenção dos habitantes dos municípios para os riscos climáticos existentes, considerando a falta de chuvas e as altas temperaturas;
16. Implementar incentivos fiscais para aqueles que contribuem com a preservação ambiental, como, por exemplo, a criação do Imposto Predial Territorial Urbano Verde (IPTU Verde);
17. Implementar energia solar nas edificações municipais, buscando o melhor modelo que combine economicidade com melhor aproveitamento, conforme a demanda de consumo da administração municipal;
18. Incentivar a implementação de matriz energética limpa na cidade;
19. Fortalecer a defesa civil municipal;
20. Buscar alternativas de organização intermunicipal, como os consórcios;

21. Estabelecer o monitoramento da evolução dessas metas;
22. Integrar a administração municipal em torno das metas deste plano;
23. Reforçar as ações educativas já implementadas;
24. Buscar tornar a cidade mais inclusiva, a exemplo da eliminação de obstáculos arquitetônicos e outras ações;
25. Estabelecer estratégias específicas para as populações mais vulneráveis: mulheres, crianças, jovens, idosos, grupos marginalizados, pessoas com deficiência, pessoas com doenças crônicas, famílias de baixa renda, desempregados, pessoas em condições inadequadas de moradia;
26. Reforçar as ações de prevenção às arboviroses;
27. Monitorar riscos de incêndio durante os períodos de maior temperatura;
28. Minimizar os efeitos de chuvas torrenciais, que causam alagamento, quedas de árvores e outros danos. Observar a drenagem;
29. Incentivar a prática de esportes e exercícios físicos, visando combater o sedentarismo, melhorando os indicadores de saúde municipal;
30. Implementar iluminação pública sustentável;
31. Implantar frota de veículos movidos a energia limpa;
32. Estabelecer prazo para cumprimento dessas metas.

Ações, Indicadores e Prazos do Plano de Ação Climática de Serra Branca

AÇÕES	INDICADOR (Quant./%)	PRAZOS				RESPONSÁVEL
		IMEDIATO (ATÉ 1 ANO)	CURTO (ENTRE 2 E 4 ANOS)	MÉDIO (ENTRE 4 E 8 ANOS)	LONGO (ENTRE 8 E 10 ANOS)	
LEGISLAÇÃO						
Criação/atuação de Conselho de Saneamento/Saúde/Meio Ambiente/outro no Município	Número de Conselhos	1	2	3	4 ou mais	Sec. de Saúde/Meio Ambiente/Serv. Urbanos/Educação/Agricultura
Elaboração do Plano Diretor	Elaboração do Plano Diretor do Município	-	1	-	-	Sec. de Serv. Urbanos
Consórcios intermunicipais – Formalizar consórcios para gestão ambiental.	Nº de municípios consorciados	-	2	4	6	Sec. de Meio Ambiente
Incentivo fiscal (IPTU Verde) – Criar incentivo fiscal para práticas sustentáveis.	% de adesão ao IPTU Verde	-	10%	20%	25% ou mais	Sec. Administração Setor de Tributos Sec. Meio Ambiente
Monitoramento de metas – Estabelecer sistema de monitoramento do plano.	% do progresso do plano de ação climática	20%	30%	50%	100%	Sec. de Meio Ambiente
Campanhas/Ações informativas sobre a Legislação Ambiental vigente	Nº de campanhas realizadas	3	10	15	mais de 20	Sec. de Meio Ambiente
INFRAESTRUTURA						
Infraestrutura ambiental – Melhorar infraestrutura e corpo técnico da Secretaria de Meio Ambiente.	% do orçamento anual para gestão ambiental	0,70%	2%	5%	7%	Prefeitura Municipal de Serra Branca
Energia solar – Instalar painéis solares nas edificações públicas.	% de prédios com energia solar	20%	50%	70%	80%-100%	Sec. Administração
Matriz energética limpa – Incentivar uso de energias renováveis.	Nº de campanhas sobre os benefícios das energias renováveis	1	2	5	mais de 5	Sec. de Meio Ambiente
Inclusão urbana – Tornar a cidade mais acessível e inclusiva.	Nº de melhorias de acessibilidade em espaços públicos	25%	50%	75%	100%	Sec. Serv. Urbanos
Calçamento de ruas com drenagem e esgotamento sanitário	Nº de ruas calçadas	60%	70%	85%	100%	Sec. Serv. Urbanos
Estação de Tratamento de Esgoto	Construção de ETE para assegurar a coleta e tratamento de esgoto para conservação de corpos hídricos	-	25%	50%	75%-100%	Sec. Serv. Urbanos

AÇÕES	INDICADOR (Quant./%)	PRAZOS				RESPONSÁVEL
		IMEDIATO (ATÉ 1 ANO)	CURTO (ENTRE 2 E 4 ANOS)	MÉDIO (ENTRE 4 E 8 ANOS)	LONGO (ENTRE 8 E 10 ANOS)	
INFRAESTRUTURA						
Coleta de esgoto – Expandir a rede coletora de esgoto em todo o perímetro urbano.	Abrangência do perímetro urbano com coleta e tratamento de efluentes	-	25%	50%	75%-100%	Sec. Serv. Urbanos CAGEPA*
Passagem molhada – Garantir o acesso às comunidades e deslocamento dos moradores.	Nº de comunidades beneficiadas	45%	55%	75%	100%	Sec. Serv. Urbanos/Agricultura
Iluminação sustentável – Substituir iluminação pública por soluções sustentáveis.	% de iluminação pública efetiva	20%	45%	75%	85%-100%	Sec. Serv. Urbanos
Prevenção contra alagamentos – Melhorar a drenagem para evitar enchentes.	% de áreas com drenagem	30%	55%	75%	90%-100%	Sec. Serv. Urbanos
Veículos com energia Limpa – Adotar frota pública com energia limpa.	% da frota com energia limpa	10%	30%	50%	80%-100%	Sec. Serv. Urbanos
Fortalecer a Defesa Civil – Melhorar estrutura e treinamento para emergências.	Nº de ações da Defesa Civil	-	-	-	-	Prefeitura Municipal de Serra Branca
Prevenção a arboviroses – Manter combate constante a vetores.	% redução de casos arboviroses	20%	40%	60%	80%-90%	Sec. de Saúde/Vigilância Sanitária
SANEAMENTO BÁSICO						
Abastecimento de água	Abrangência de casas com acesso à água potável	70%	80%	90%	100%	Sec. Serv. Urbanos
Abastecimento de água – Sistemas resilientes com qualidade e uso racional da água.		10%	30%	50%	80%-100%	Sec. de Agricultura
Coleta de esgoto – Assegurar a coleta de esgoto para conservação de corpos hídricos.	Parcela da população com coleta de esgoto	-	25%	50%	75%	Sec. Serv. Urbanos
Tratamento de esgoto – Assegurar o tratamento de esgoto para conservação de corpos hídricos.	Índice de esgoto tratado	-	25%	50%	75%	Sec. Serv. Urbanos
Manejo de resíduos sólidos – Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.	Elaboração e aplicação do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos	40%	60%	80%	100%	Sec. de Meio Ambiente/ Serv. Urbanos
Manejo de resíduos sólidos – Promover a coleta seletiva no município.	Abrangência da coleta seletiva no município	20%	50%	75%	80%-100%	Sec. de Meio Ambiente/ Serv. Urbanos
Manejo de resíduos sólidos – Promover a recuperação de resíduos orgânicos no município.	% de resíduos orgânicos recuperados	20%	50%	75%	80%-100%	Sec. de Meio Ambiente/ Serv. Urbanos

AÇÕES	INDICADOR (Quant./%)	PRAZOS				RESPONSÁVEL
		IMEDIATO (ATÉ 1 ANO)	CURTO (ENTRE 2 E 4 ANOS)	MÉDIO (ENTRE 4 E 8 ANOS)	LONGO (ENTRE 8 E 10 ANOS)	
SANEAMENTO BÁSICO						
Manejo de resíduos sólidos – Instalação de caçambas coletoras e tambores	Abrangência de tambores e caçambas instalados em locais estratégicos na área urbana	10%	40%	70%	80%-100%	Sec. de Serv. Urbanos
Manejo de resíduos sólidos – Pontos irregulares de disposição de resíduos.	Extinguir pontos irregulares de disposição de resíduos	30%	50%	80%	100%	Sec. de Serv. Urbanos
Ecopontos – Expansão de ecopontos no município e incentivo à reciclagem.	Nº de ecopontos ativos de recicláveis coletados	2	5	7	10	Sec. Meio Ambiente e Sec. Serv. Urbanos
Apoio a catadores – Garantir a inclusão dos catadores em programas/recursos de assistência social.	Número (%) de catadores	60%	80%	100%	-	Sec. Meio Ambiente e Sec. de Assistência Social
Apoio a catadores – Formalização de cooperativa de reciclagem	Nº (%) de catadores associados	30%	50%	70%	80%-100%	Sec. de Meio Ambiente
Limpeza de áreas públicas urbanas	Nº de vias/ logradouros/praças/ demais áreas	100%	-	-	-	Sec. de Serv. Urbanos
Recuperação de áreas degradadas por resíduos	Recuperar área do lixo	30%	50%	75%	80%-100%	Sec. de Meio Ambiente
Coleta rural e biodigestores – Coleta de resíduos e instalação de biodigestores.	% de zona rural atendida	30%	50%	75%	80%-100%	Sec. de Serv. Urbanos/ Agricultura
EDUCAÇÃO AMBIENTAL						
Educação ambiental nas escolas – Capacitação em EA para professores da rede de ensino.	% de professores com capacitação em EA	25%	50%	75%	%	Sec. de Educação/ Meio Ambiente
Educação ambiental nas escolas – Inserir temas ambientais no currículo.	% de escolas com educação ambiental	50%	70%	85%	100%	Sec. de Educação/ Meio Ambiente
Educação ambiental nas escolas – Desenvolvimento de projetos.	Nº de projetos de EA	2	4	6	8 ou mais	Sec. de Educação/ Meio Ambiente
Inclusão da população em ações de educação ambiental – Campanhas e mobilização social sobre a destinação adequada de resíduos sólidos e a importância da coleta seletiva.	Nº de ações realizadas.	5	10	20	20 ou mais	Sec. de Meio Ambiente

AÇÕES	INDICADOR (Quant./%)	PRAZOS				RESPONSÁVEL
		IMEDIATO (ATÉ 1 ANO)	CURTO (ENTRE 2 E 4 ANOS)	MÉDIO (ENTRE 4 E 8 ANOS)	LONGO (ENTRE 8 E 10 ANOS)	
EDUCAÇÃO AMBIENTAL						
Agricultura sustentável – Promover formação sobre boas práticas agrícolas, visando ao manejo adequado do uso do solo (agricultura orgânica, agroecológica, sistema agroflorestal, entre outras), aos agricultores do município.	Nº de ações realizadas.	5	10	20	20 ou mais	Sec. de Agricultura/ Meio Ambiente
Agricultura sustentável – Desenvolver programas, projetos e ações de práticas agrícolas menos poluentes e uso racional dos recursos hídricos para apoio e incentivo aos agricultores.	% de agricultores atendidos	20%	40%	70%	80%-100%	Sec. de Agricultura/ Meio Ambiente
Parcerias acadêmicas – Fortalecer pesquisas com instituições de ensino.	Nº de projetos implementados em conjunto as universidades parceiras	2	5	10		Prefeitura Municipal de Serra Branca
Programa Agentes Ambientais – Expandir atuação de agentes ambientais comunitários.	Nº de agentes ambientais	7	10	15	20	Sec. de Meio Ambiente
PRESERVAÇÃO E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE						
Arborização urbana – Reduzir ilhas de calor através da arborização.	% de ruas arborizadas	20%	50%	75%	90%-100%	Sec. de Serv. Urbanos/ Meio Ambiente
Fiscalização de desmatamentos e queimadas	Reduzir o número de queimadas no município	25%-50%	75%	80%	90%-100%	Meio Ambiente
Fiscalização de pontos irregulares de disposição de resíduos sólidos	Extinguir pontos clandestinos de disposição de resíduos sólidos.	80%	90%-100%	-	-	Sec. de Serv. Urbanos/ Meio Ambiente

- ADGER, W. N. et al. Social and ecological resilience: are they related? **Progress in Human Geography**, v. 24, n. 3, p. 347–364, 2000.
- ANDERSON, M. B. Vulnerability to disaster and sustainable development: a general framework for assessing vulnerability. In: PIELKE, R. A. et al. (org.). **Storms**. New York: Routledge, 2000.
- ANDERSON, J. C.; GERBING, D. W. Predicting the performance of measures in a confirmatory factor analysis with a pretest assessment of their substantive validities. **Journal of Applied Psychology**, v. 76, n. 5, p. 732–740, 1991.
- ANDRADE-LIMA, D. A caatinga na área do pastoreio. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Recursos naturais, meio ambiente e poluição – contribuição para um ciclo de debates**. v. 1. Rio de Janeiro: SUPREN/IBGE, 1971. (Série Recursos Naturais e Meio Ambiente, n. 2).
- ARTAXO, P. Uma nova era geológica em nosso planeta: o Antropoceno? **Revista USP**, São Paulo, n. 103, p. 13–24, 2014.
- ASSOCIAÇÃO DE CONTAS ABERTAS. **Orçamento prioriza ações de resposta e não de prevenção a desastres**, 2023.
- BARBOSA, H. A. et al. **Vegetação e flora no Cariri paraibano**. Campina Grande: EDUEPB, 2007. 120 p.
- BARBOSA, H. A. Flash Drought and Its Characteristics in Northeastern South America during 2004–2022 Using Satellite-Based Products. **Atmosphere**, v. 14, n. 11, p. 1629, 2023.
- BARBOSA, H. A. Understanding the rapid increase in drought stress and its connections with climate desertification since the early 1990s over the Brazilian semi-arid region. **Journal of Arid Environments**, v. 222, p. 105142, 2024.
- BECK, U. Emancipatory catastrophism: what does it mean to climate change and risk society? **Current Sociology**, v. 63, n. 1, p. 75–88, 2015.
- BIGGS, R.; SCHLÜTER, M.; SCHOON, M. **Principles for building resilience: sustaining ecosystem services in social-ecological systems**. Cambridge: Cambridge University Press, 2015.
- BURTON, I.; KATES, R. W.; WHITE, G. F. **The environment as hazard**. New York: The Guilford Press, 1993.
- CEPED – Centro de Estudos e Pesquisa sobre Desastres. **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2022**. Florianópolis: UFSC, 2022.
- CRUTZEN, P.; STOERMER, E. The Anthropocene. **Global Change Newsletter**, v. 41, p. 17–18, 2000. Disponível em: <http://www.igbp.net/publications/globalchangemagazine/globalchangemagazine/globalchangenewslettersno4159.5.5831d9ad13275d51c098000309.html>.
- CUTTER, S. A ciência da vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, v. 93, n. 1, p. 59–70, 2011.
- DREW, D. **Processos interativos homem–meio ambiente**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 224 p.
- FAUSTINO, Jennifer Cicera dos Santos et al. Entraves e potencialidades do capital natural nas áreas susceptíveis à desertificação na Paraíba. **Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN)**, v. 6, n. 1, 2022.

- FOLKE, C. et al. Resilience and sustainable development: building adaptive capacity in a world of transformations. **Ambio**, v. 31, n. 5, 2002. DOI: 10.1579/0044-7447-31.5.437.
- GIDDENS, A. **A política da mudança climática**. 1. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2009.
- GOMES, M. A. F. **Padrões de caatinga nos Cariris Velhos – Paraíba**. 1979. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 88 p.
- HAIR, Jr.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Multivariate data analysis**. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2006.
- HO, M. C. et al. How do disaster characteristics influence risk perception? **Risk Analysis**, v. 28, n. 3, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2008.01040.x>
- HOLLING, C. S. Resilience and stability of ecological systems. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 1973. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245>
- HOLLING, C. S.; GUNDERSON, L. H. **Panarchy: understanding transformations in human and natural systems**. Washington, DC: Island Press, 2002.
- HUMMEL, B. M. L.; CUTTER, S. L.; EMRICH, C. T. Social vulnerability to natural hazards in Brazil. **International Journal of Disaster Risk Science**, v. 7, 2016.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2022**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html?editacao=35938&t=resultados>. Acesso em: 19 jul. 2023.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Portal de Mapas**, 2021. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage>. Acesso em: 26 jan. 2023.
- INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB): resultados**, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/ideb/resultados>. Acesso em: 30 jan. 2023.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Summary for policymakers**. In: Global warming of 1.5°C. [MASSON-DELMOTTE, V. et al. (eds.)]. Genebra: World Meteorological Organization, 2018. Disponível em: https://report.ipcc.ch/sr15/pdf/sr15_spm_final.pdf. Acesso em: 25 ago. 2020.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate change 2021: the physical science basis**, 2021.
- KOLBERT, E. **Planeta Terra em perigo – o que está, de fato, acontecendo no mundo**. São Paulo: Editora Globo, 2008.
- KREIN, J. D.; COLOMBI, A. P. F. **Focus on labor reform: deconstruction of social protection in times of authoritarian neoliberalism**. **Educ. Soc.**, v. 40, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/ES0101-73302019223441>
- LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, 1977.
- LHOMME, S. et al. Analyzing resilience of urban networks: a preliminary step towards more flood resilient cities. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, 2013. DOI: 10.5194/nhess-13-221-2013
- LIBERATO, J. A. **Gastos em proteção e defesa civil para prevenção de desastres naturais versus resposta e reconstrução no Brasil**. **Revista Técnica CNM**, 2016.
- LUDWIG, L.; MATTEDI, M. A. **Dos desastres do desenvolvimento ao desenvolvimento dos desastres**. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 39, p. 23-42, 2016.
- MAPBIOMAS. **Mapa de uso e ocupação do solo**, 2022. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/>. Acesso em: 30 mar. 2023.

- MAINGUET, M. **Stratégies de combat contre la dégradation de l'environnement dans les écosystèmes secs: les réponses des Nations Unies, de la C.E.I., de la Chine et du Sahel.** *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, Paris, n. 5, p. 422-433, 1992.
- MARENGO, J. A. et al. **Assessing drought in the drylands of northeast Brazil under regional warming exceeding 4°C.** *Natural Hazards*, v. 103, p. 2589-2611, 2020.
- MELO, A. S. T.; RODRIGUEZ, J. L. **Paraíba: desenvolvimento econômico e a questão ambiental.** João Pessoa: Graset, 2003.
- MOORE, G. C.; BENBASAT, I. **Development of an instrument to measure the perceptions of adopting an information technology innovation.** *Information Systems Research*, v. 2, n. 3, 1991.
- MOREIRA, E. R. F. **Mesorregiões e microrregiões da Paraíba: delimitação e caracterização.** João Pessoa: GAPLAN, 1988.
- MOREIRA, E. R. F.; TARGINO, I. **Capítulos de geografia agrária da Paraíba.** João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 1997.
- NIMER, E. **Pluviometria e recursos hídricos de Pernambuco e Paraíba.** Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1979.
- NIMER, E. **Subsídio ao plano de ação mundial para combater a desertificação: programa das Nações Unidas.** *Revista Brasileira de Geografia*, v. 42, n. 3, p. 612-637, 1980.
- OLINDA, R. A. de; SILVA, G. V. da. **Análise de dados de área e processos pontuais utilizando o índice de desenvolvimento humano municipal e dados de acidentes de trânsito nas BR's no Estado da Paraíba.** Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, 2023. Disponível em: https://rpubs.com/Giullber/analise_area_paraiba. Acesso em: 16 abr. 2024.
- OLIVEIRA, L. C. et al. **Mudanças climáticas e potenciais impactos negativos no bioma caatinga, semiárido brasileiro.** In: AUGUSTI, R. et al. *Mudanças climáticas e seus impactos socioambientais: concepções, fundamentos, teorias e práticas mitigadoras*, v. 1, n. 1, p. 263-275, 2023.
- OSTROM, E. **Polycentric systems for coping with collective action and global environmental change.** *Global Environmental Change*, v. 20, p. 550-557, 2010. Disponível em: <https://assetpdf.scinapse.io/prod/2130387153/2130387153.pdf>. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2010.07.004. Acesso em: 30 jan. 2023.
- PBMC – PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **Impactos, vulnerabilidade e adaptação: sumário executivo.** Contribuição do Grupo de Trabalho 2 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional. Brasília: PBMC, 2013. Disponível em: <http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/>. Acesso em: 30 jan. 2023.
- PERREAULT, W. D.; LEIGH, L. E. **Reliability of nominal data based on qualitative judgments.** *Journal of Marketing Research*, v. 2, n. 2, p. 135-148, 1989. DOI: <https://doi.org/10.2307/3172601>
- PIELKE, R. A. **What is climate change?** *Issues in Science and Technology*, v. 20, n. 4, p. 31-34, 2004.
- PNMC – POLÍTICA NACIONAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009.** Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm. Acesso em: 30 mar. 2023.
- PNUD – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Relatório do Desenvolvimento Humano 2010.** Disponível em: <http://unicrio.org.br/relatorio-do-desenvolvimento-humano-2010-analise-das-tendencias-de-40-anos-revela-que-as-nacoes-pobres-obtem-ganhos-de-desenvolvimento-com-maior-rapidez/>. Acesso em: 09 set. 2020.
- REDMAN, C. L. **Human impact on ancient environments.** Tucson, AZ: University of Arizona Press, 1999. 239 p.

- ROCKSTRÖM, J. et al. **Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity**. *Ecology and Society*, v. 14, n. 2, 2009. Disponível em: <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32>.
- RODRIGUES, A. P.; LUZ, V. S. **A estruturação do espaço urbano e regional a partir de grandes projetos de “hidráulica de solução”: o caso da Transposição do Rio São Francisco (2007–2017)**. *Anais do XVI Simpósio Nacional de Geografia Urbana – XVI SIMPURB*, v. 1, p. 3532-3551, 2019.
- RUIZ, M. **Vulnerabilidad territorial frente a desastres naturales: el caso de la isla de Mallorca (Balears, España)**. *Geofocus*, v. 12, 2012.
- SAATY, T. L. **The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation**. Nova York: McGraw-Hill International Book Co., 1980.
- SABOURIN, E. **Implementação da ação pública de adaptação às secas no Nordeste Semiárido. A ação pública de adaptação da agricultura à mudança climática no Nordeste Semiárido brasileiro**, n. 1, p. 9-27, 2021.
- SILVA, G. E. do N. e. **As regiões semiáridas e a desertificação**. *Jornal do Brasil*, 6 jan. 1993.
- SOUZA, B. I. **Contribuição ao estudo da desertificação na bacia do Taperoá-PB**. 120 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – PRODEMA, UFPB, João Pessoa, 1999.
- SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico SNIS 2020**. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnosticos-de-saneamento-basico/diagnostico-snis-2020>. Acesso em: 20 mar. 2021.
- STEFFEN, W. et al. **Global change and the Earth system: a planet under pressure**. The IGBP Book Series, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2004.
- _____. **Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet**. *Science*, v. 347, 2015.
- STEFFEN, W.; CRUTZEN, P. J.; MCNEILL, J. **The Anthropocene: Are humans now overwhelming the great forces of nature**. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, v. 36, n. 8, p. 614-621, 2007. DOI: 10.1579/00447447(2007)36[614:TAAHNO]2.0.CO;2.
- TAVARES, V. C.; DE ARRUDA, I. R. P.; DA SILVA, D. G. **Desertificação, mudanças climáticas e secas no semiárido brasileiro: uma revisão bibliográfica**. *Geosul*, v. 34, n. 70, p. 385-405, 2019.
- THE KRESGE FOUNDATION. **Bounce forward: urban resilience in the era of climate change**. Washington, DC: Island Press, 2015.
- TIERNEY, K. **Disasters: a sociological approach**. London: Polity Press, 2020.
- WALKER, B. et al. **A handful of heuristics and some propositions for understanding resilience in social-ecological systems**. *Ecology and Society*, v. 11, n. 1, 2006. Disponível em: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art13/>.
- WALKER, B.; SALT, D. **Resilience thinking: sustaining ecosystems and people in a changing world**. Washington, DC: Island Press, 1. ed., 2006.
- _____. **Resilience practice**. Washington, DC: Island Press, 1. ed., 2012.

REALIZAÇÃO



Universidade Federal
de Campina Grande



LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO

FINANCIAMENTO



APOIO

