



ISSN: 2447-3359

REVISTA DE GEOCIÊNCIAS DO NORDESTE

*Northeast Geosciences Journal*

v. 12, nº 1 (2026)

<https://doi.org/10.21680/2447-3359.2026v12n1ID41659>



## **Avaliação dos Serviços Ecossistêmicos Abióticos em Paisagens de Exceção do Município de Algodão de Jandaíra, no Semiárido Paraibano**

### **Assessment of Abiotic Ecosystem Services in Exceptional Landscapes of the Municipality of Algodão de Jandaíra, in the Semi-Arid Region of Paraíba**

**Jéssica Oliveira Silva<sup>1</sup>; Viviane Ribeiro<sup>2</sup>; Romildo Ferreira da Silva Neto<sup>3</sup>; Marcelo Alves de Souza<sup>4</sup>; Wanderlan Waldez de Sousa Figueredo<sup>5</sup>; Eliane Costa Oliveira<sup>6</sup>; João Soares da Silva<sup>7</sup>; Marco Túlio Diniz Mendonça<sup>8</sup>; Rafael Albuquerque Xavier<sup>9</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional, Campina Grande/ PB, Brasil. Email: [jessica.silva2@aluno.uepb.edu.br](mailto:jessica.silva2@aluno.uepb.edu.br)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0527-5313>

<sup>2</sup> Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional, Campina Grande/ PB, Brasil. Email: [ribeiro.viviane@aluno.uepb.edu.br](mailto:ribeiro.viviane@aluno.uepb.edu.br)  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-4558-7253>

<sup>3</sup> Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional, Campina Grande/ PB, Brasil. Email: [r.neto@aluno.uepb.edu.br](mailto:r.neto@aluno.uepb.edu.br)  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9693-2378>

<sup>4</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-graduação em Geografia, Caicó/ RN, Brasil. Email: [marceloalvess450@gmail.com](mailto:marceloalvess450@gmail.com)  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8157-088X>

<sup>5</sup> Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional, Campina Grande/ PB, Brasil. Email: [wanderlan.figueiredo@aluno.uepb.edu.br](mailto:wanderlan.figueiredo@aluno.uepb.edu.br)  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2167-0309>

<sup>6</sup> Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional, Campina Grande/ PB, Brasil. Email: [elianecostaoliveira@ymail.com](mailto:elianecostaoliveira@ymail.com)  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1141-3458>

<sup>7</sup> Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional, Campina Grande/ PB, Brasil. Email: [joao.soares.silva@aluno.uepb.edu.br](mailto:joao.soares.silva@aluno.uepb.edu.br)  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9938-0354>

<sup>8</sup> Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Professor no Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional, Campina Grande/ PB, Brasil. Email: [tuliogeografia@gmail.com](mailto:tuliogeografia@gmail.com)  
ORCID: 0000-0002-7676-4475

<sup>9</sup> Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Professor no Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional, Campina Grande/ PB, Brasil. Email: [rafaelxavier@servidor.uepb.edu.br](mailto:rafaelxavier@servidor.uepb.edu.br)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1737-7547>

**Resumo:** O estudo aborda a importância da preservação ambiental, na perspectiva da valorização dos serviços ecossistêmicos, que são aqueles que decorrem, direta ou indiretamente das funções ecossistêmicas e que satisfazem as necessidades humanas, tais como regulação climática, controle de cheias, provisão de água, fornecimento de matéria-prima, entre outros. Essa abordagem se dedica a analisar a natureza sob sua ótica abiótica, compreendendo que a valorização dos recursos abióticos é essencial para práticas de uso sustentável em regiões áridas e semiáridas, promovendo o equilíbrio entre desenvolvimento local e conservação ambiental. Trata-se de uma pesquisa qualitativa e quantitativa, que utilizou a técnica de coleta e análise de dados, por meio da observação em campo, no município de Algodão de Jandaíra, localizado em região semiárida na Paraíba. Foi possível reconhecer a potencialidade da área no que diz respeito aos serviços ecossistêmicos abióticos, distribuídos em suas paisagens excepcionais, confirmando a hipótese inicial de que a geodiversidade local desempenha papel fundamental na provisão de benefícios diretos e indiretos para a população. Tal confirmação é um passo relevante para incentivar políticas públicas ambientalmente responsáveis, apoiar a educação ambiental e fomentar iniciativas que integrem a preservação dos recursos naturais, a qualidade de vida das pessoas e o desenvolvimento regional.

**Palavras-chave:** Algodão de Jandaíra; Serviços ecossistêmicos abióticos; Paisagens excepcionais. Sustentabilidade.

**Abstract:** The study addresses the importance of environmental preservation from the perspective of valuing ecosystem services, which are those that arise directly or indirectly from ecosystem functions and satisfy human needs, such as climate regulation, flood control, water supply, and raw material provision, among others. This approach is dedicated to analyzing nature from an abiotic perspective, understanding that the valuation of abiotic resources is essential for sustainable use practices in arid and semi-arid regions, promoting a balance between local development and environmental conservation. This is a qualitative and quantitative study that used data collection and analysis techniques through field observation in the municipality of Algodão de Jandaíra, located in a semi-arid region in Paraíba. It was possible to recognize the area's potential in terms of abiotic ecosystem services, distributed across its exceptional landscapes, confirming the initial hypothesis that local geodiversity plays a fundamental role in providing direct and indirect benefits to the population. This confirmation is an important step toward encouraging environmentally responsible public policies, supporting environmental education, and promoting initiatives that integrate the preservation of natural resources, people's quality of life, and regional development.

**Keywords:** Algodão de Jandaíra; Abiotic ecosystem services; Exceptional landscapes Sustainability.

Recebido: 29/09/2025; Aceito: 06/01/2026; Publicado: 01/02/2026.

## 1. Introdução

Nos últimos anos vem aumentando a percepção sobre a importância da preservação ambiental, não apenas sob a ótica da natureza biótica, como também abiótica, à medida em que ficou evidente que o manejo inadequado dos ecossistemas e uso intensivo dos recursos naturais traz diversas externalidades negativas para a qualidade da vida em sociedade. Gray (2004) é reconhecido como o principal referencial no campo da geodiversidade, tendo lançado a primeira obra integralmente dedicada ao tema, intitulada de: *Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature*. De acordo com o autor supracitado, a conexão entre geodiversidade e biodiversidade, explora o valor intrínseco e social da diversidade abiótica e alerta sobre as ameaças contemporâneas a esse patrimônio natural.

Nesse contexto, a temática dos serviços ecossistêmicos tem ganhado espaço e relevância na agenda científica, bem como entre os gestores de políticas públicas, que vêm abordando o tema, principalmente, com o intuito de propor instrumentos para colaborar com a diminuição das taxas de perda desses serviços (Guedes; Seehusen, 2011 *apud* Gaudereto *et al.*, 2018).

De acordo com Costanza *et al.* (1997) *apud* Gaudereto *et al.* (2018), serviços ecossistêmicos são aqueles que decorrem, direta ou indiretamente das funções ecossistêmicas e que satisfazem as necessidades humanas, tais como regulação climática, controle de cheias, provisão de água, fornecimento de matéria-prima, entre outros.

A valoração dos serviços ecossistêmicos deve considerar critérios qualitativos e quantitativos relacionados à oferta e à demanda por recursos naturais. Essas análises fornecem suporte técnico para estratégias de conservação e manejo sustentável (Groot *et al.*, 2010). Nesse sentido, a valorização dos recursos abióticos é essencial para práticas de uso sustentável em regiões áridas e semiáridas, promovendo o equilíbrio entre desenvolvimento local e conservação ambiental (Silva *et al.*, 2018).

A compreensão e valorização desses serviços ecossistêmicos abióticos como solo, água, clima e minerais são fundamentais para promover a gestão sustentável do território, particularmente em regiões de vulnerabilidade ambiental. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU, 2015), os serviços ecossistêmicos compreendem os benefícios que os seres humanos obtêm diretamente dos ecossistemas, sendo os elementos abióticos essenciais para o bem-estar humano e a manutenção da biodiversidade. No contexto do Semiárido, avaliar esses serviços é um desafio, mas também uma oportunidade para subsidiar políticas públicas de conservação e desenvolvimento sustentável.

As paisagens semiáridas possuem valor ecológico e socioambiental elevado, destacando-se por formações como chapadas, áreas de armazenamento hídrico e mosaicos de Caatinga (Sampaio *et al.*, 2013). Essas unidades ambientais exercem papel estratégico na provisão de serviços como regulação climática, estabilidade do solo e oferta de recursos hídricos. Essa complexidade exige abordagens multidisciplinares que integrem Geografia, Ecologia e Gestão Ambiental.

Estudos recentes, como o Relatório de Avaliação do Maciço Martins-Portalegre (Araújo *et al.*, 2024), têm demonstrado a eficácia de metodologias voltadas à avaliação dos serviços ecossistêmicos abióticos em paisagens excepcionais, com foco na análise de relevo, dinâmica hídrica e composição do solo. Tais experiências podem ser adaptadas e replicadas em outras áreas do Semiárido, como Algodão de Jandaíra, contribuindo para o planejamento territorial e o fortalecimento da resiliência socioambiental.

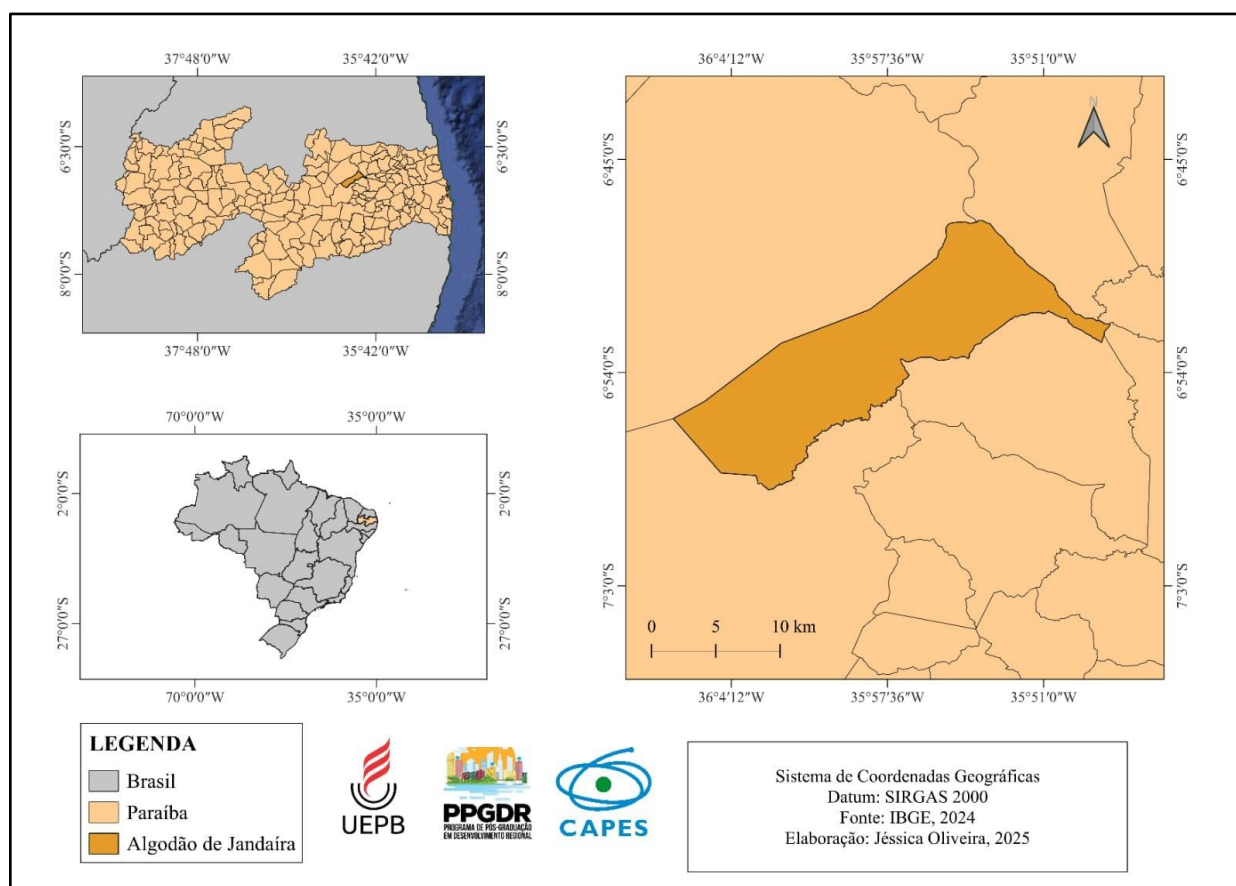
O município de Algodão de Jandaíra, localizado no estado da Paraíba, integra a microrregião do Curimataú Ocidental conforme classificação do IBGE (2015). A área está inserida no Semiárido nordestino, caracterizado pelos baixos índices de precipitação e desafios associados à segurança hídrica, conforme apontado por Sampaio *et al.*, 2013 e os levantamentos climáticos recentes da AESA (2025).. Contudo, o município apresenta uma geodiversidade singular que confere um valor importante à formação natural da região. O município destaca-se por suas características físicas marcadas por formações rochosas e vegetação de Caatinga que conferem singularidade à paisagem local. Dessa forma, o território do município objeto de estudo, apresenta um importante potencial para a oferta de serviços ecossistêmicos abióticos, especialmente pela presença de elementos naturais pouco alterados e por sua posição geográfica estratégica em relação às áreas de armazenamento hídrico e relevos residuais, que são importantes para a manutenção de água no subsolo.

Portanto, reconhecer a potencialidade do município de Algodão de Jandaíra para os serviços ecossistêmicos abióticos é um passo relevante para incentivar políticas públicas ambientalmente responsáveis, apoiar a educação ambiental e fomentar iniciativas que integrem a preservação dos recursos naturais ao bem-estar da população local. Nesse sentido, este artigo possui como objetivo analisar e quantificar os serviços ecossistêmicos abióticos fornecidos pelas unidades de relevo da área, destacando sua relevância ecológica, social e econômica no contexto do semiárido paraibano.

A relevância desse estudo está na relação direta entre a geodiversidade, os serviços ecossistêmicos abióticos e as metas globais de sustentabilidade. Ao reconhecer a importância desses serviços para a manutenção dos ecossistemas e a qualidade de vida da população local, o trabalho oferece subsídios importantes para a conservação ambiental e o planejamento territorial, principalmente em regiões de vulnerabilidade como o semiárido do Brasil. Ademais, essa integração reforça a necessidade de incorporar a geoconservação como pilar fundamental no desenvolvimento regional. Logo, a geoconservação resulta da compreensão de que a geodiversidade possui um valor significativo e está sujeita a uma série de riscos e ameaças que exigem medidas protetivas (Gray, 2005).

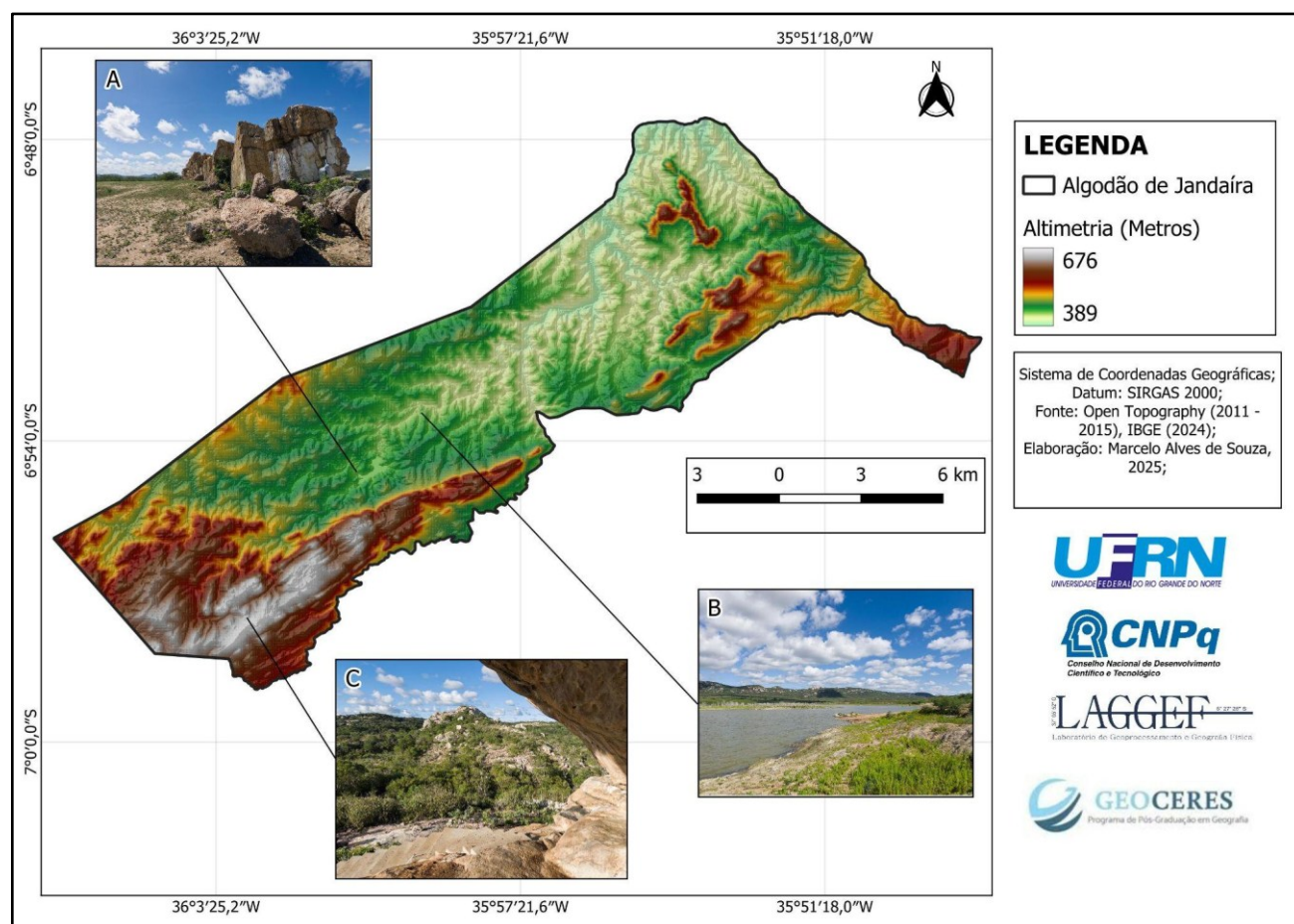
## 2. Área de estudo

O município de Algodão de Jandaíra está situado no semiárido brasileiro, na microrregião do Curimataú Ocidental Paraibano (Figura 1). De acordo com Koppen, o clima da área é do tipo BSwH, definido como semiárido quente, caracterizado por chuvas escassas e irregulares ao longo do ano (Silva, 2015).



*Figura 1: Localização do município de Algodão de Jandaira*  
*Fonte: Elaborado pelos autores (2025).*

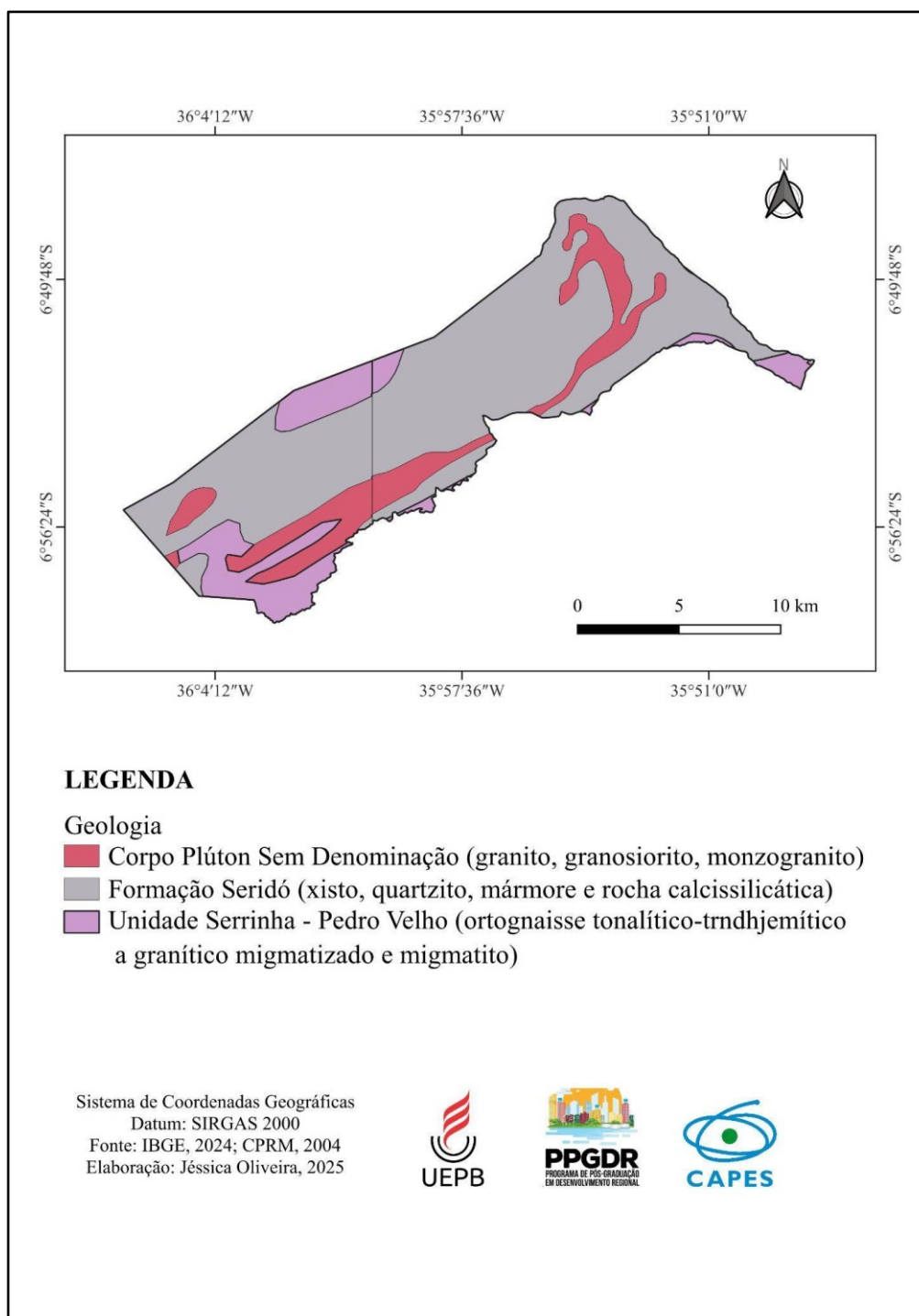
A área apresenta pluviosidade média anual de 352,7 mm e temperatura média de 22,8 °C (AESAs, 2025; Silva, 2015), sendo considerado o município com menor taxa pluviométrica da Paraíba (AESAs, 2025). A área destaca-se por suas características físicas marcadas por formações rochosas cristalinas, solos rasos e vegetação típica do bioma Caatinga, que conferem singularidade à paisagem local. O município insere-se nos domínios da Bacia Hidrográfica do Rio Curimataú, integrando especificamente a unidade geoambiental caracterizada pelos serrotes, inselbergues e maciços residuais (Figura 2). No mapa de hipsometria é possível identificar os três compartimentos analisados, sendo eles a Superfície de Aplainamento (A), Planície Fluvial (B) e a Serra (C).



*Figura 2: Mapa hipsométrico de Algodão de Jandaira - PB.  
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).*

As áreas correspondentes à Superfície de Aplainamento e à Planície Fluvial apresentam relevo predominantemente plano ou suavemente ondulado, condição que favorece a ocupação humana e o desenvolvimento de atividades agrícolas. Dessa forma, historicamente, essas áreas mais planas têm sido intensamente utilizadas para fins produtivos, especialmente no contexto das atividades de agricultura no semiárido paraibano.

Essas formações geomorfológicas constituem produtos de processos geológicos complexos que se desenvolveram ao longo de extensos períodos temporais, abrangendo milhões de anos de evolução geológica. Sua composição litológica é diversificada, incluindo corpos plutônicos, Formação Seridó e rochas ortognáissicas da Unidade Serrinha–Pedro Velho (CPRM, 2004) (Figura 3).



*Figura 3: Mapa Geológico de Algodão de Jandaira - PB*  
*Fonte: Elaborado pelos autores (2025)*

Os relevos residuais e afloramentos rochosos presentes no território municipal comportam registros significativos de arte rupestre, configurando evidências arqueológicas de fundamental importância para a compreensão do cotidiano e das práticas culturais dos povos originários que habitaram essas terras em períodos pré-históricos. Estes registros destacam a importância de estratégias eficazes de conservação para a preservação do patrimônio geológico (Santos *et al.*, 2025).

### **3. Procedimentos metodológicos**

#### **3.1. Classificação da pesquisa**

A presente pesquisa caracteriza-se como exploratória e de objetivo descritivo, tendo em vista que propõe analisar a oferta de serviços ecossistêmicos abióticos fornecidos pelas unidades de relevo da área de estudo, além de descrever a importância social, econômica e ecológica do ecossistema.

Nesse sentido, a pesquisa possui uma abordagem qualitativa e quantitativa, pois além de quantificar os serviços ecossistêmicos disponíveis na área estudada e mensurar em uma escala numérica o grau de relevância desses serviços, o trabalho também discute, à luz da literatura, as implicações sociais e econômicas que a oferta dos serviços ecossistêmicos confere à realidade do município e os impactos sobre o modo de vida das pessoas.

Com relação à técnica de coleta e análise de dados, está se deu por meio da observação em campo, utilizando critérios definidos com base na pesquisa de Araújo, Diniz e Souza (2024), e cuja metodologia mais se adequa ao objetivo deste trabalho.

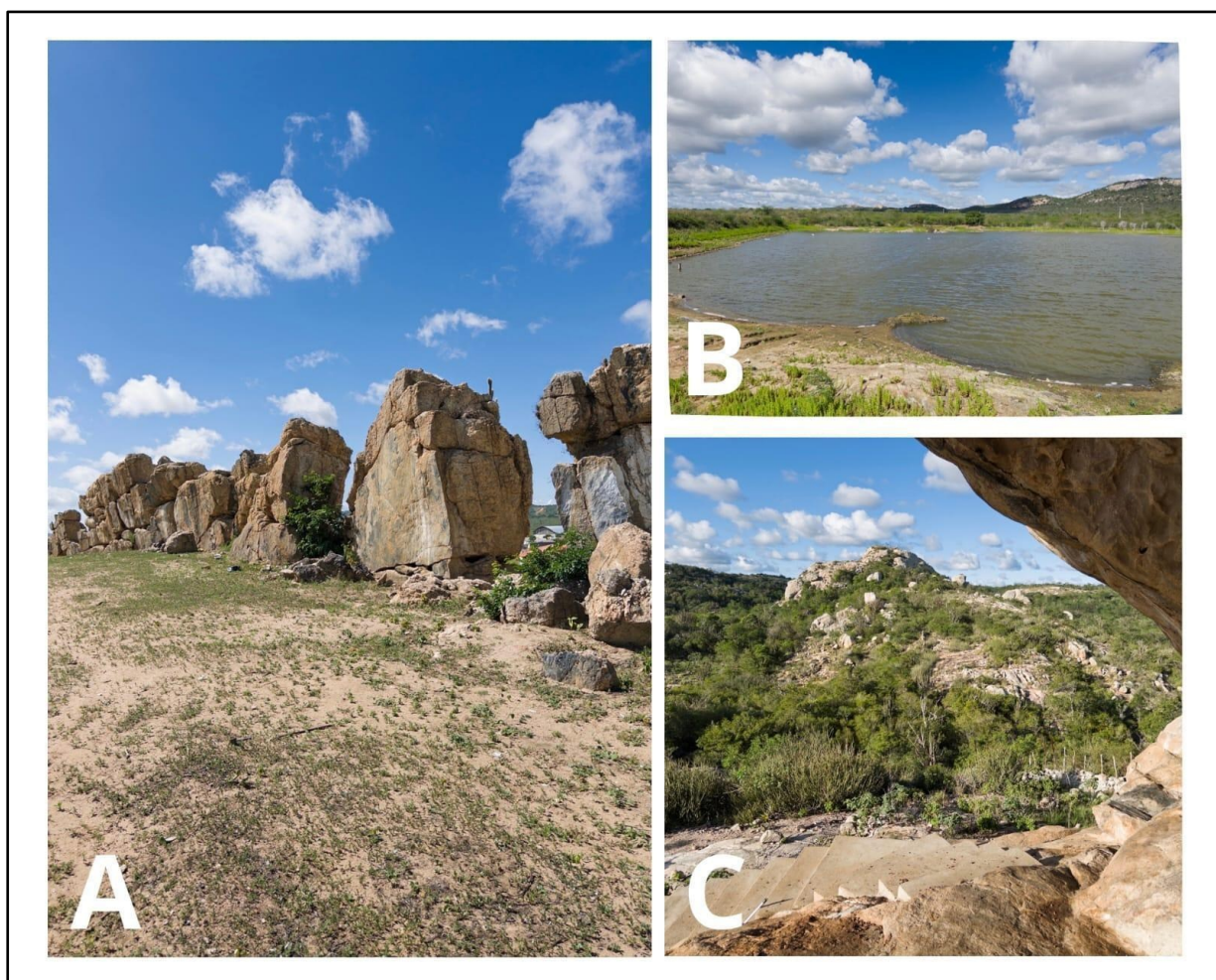
A observação foi do tipo direta extensiva, utilizando formulário com precisão das informações em grau de exatidão suficiente e satisfatório para o objetivo proposto.

A atividade de campo realizou-se no dia 26 de junho de 2025, onde três unidades de relevo distintas foram visitadas e sobre as quais foram feitos levantamentos acerca da quantidade e relevância dos serviços ecossistêmicos observados em cada unidade de relevo. Não se olvidando que as fases da pesquisa de campo requerem a realização de uma pesquisa bibliográfica. A seguir, apresenta-se a metodologia de avaliação dos serviços ecossistêmicos utilizada.

#### **3.2. Coleta de dados em campo**

A coleta de dados ocorreu por meio de observação direta extensiva em três compartimentos previamente selecionados, com base em sua representatividade geomorfológica e sociocultural. O primeiro compartimento está localizado na Superfície de Aplainamento, mais precisamente na formação rochosa conhecida como Muralha Maior (Figura 4A), estrutura geológica marcante na paisagem local. O segundo corresponde à planície do Rio Jandaíra, com coleta realizada nas proximidades do Açude de Algodão (Figura 4B), importante corpo hídrico do município. Por fim, o terceiro ponto situa-se em uma área de relevo elevado, no topo de uma serra, onde se encontra a Pedra do Caboclo (Figura 4C), afloramento rochoso que, além de se destacar por suas características geológicas, possui forte importância cultural para a comunidade local.





*Figura 4A: Muralha Maior; Figura 4B: Rio Jandaíra; Figura 4C: Pedra do Caboclo  
Fonte: Autores (2025).*

Em cada compartimento, foram observados e registrados os serviços ecossistêmicos abióticos presentes, de acordo com critérios previamente estabelecidos em Araújo, Diniz e Souza (2024).

### **3.3. Avaliação dos Serviços Ecossistêmicos**

Para avaliar a oferta de serviços ecossistêmicos, utilizou-se a metodologia apresentada por Araújo, Diniz e Souza (2024). A primeira etapa de avaliação consistiu numa abordagem que divide os serviços ecossistêmicos em quatro categorias, sendo: serviços de regulação, provisão, culturais e de conhecimento e serviços de suporte. Cada serviço subdivide-se em diversos benefícios, cuja oferta pode ser classificada como direta, indireta ou ausente, conforme demonstrado no quadro 1.

*Quadro 1: Serviços Ecossistêmicos Abióticos – Categorias e Oferta.*



SERVIÇOS	CATEGORIAS / BENEFÍCIOS	OFERTA
<b>1. REGULAÇÃO</b>  Compreendem os processos que têm por finalidade o controle natural das condições ambientais, seja do ar, da água e dos solos. Controla a disponibilização destes recursos, sua quantidade e qualidade	<b>1.1 Regulação do Clima</b> - A geodiversidade influencia o clima local e globalmente (por exemplo, através dos efeitos da topografia na temperatura e na precipitação). Os processos geológicos e geomorfológicos e os solos desempenham um papel fundamental na regulação do clima através do desgaste das rochas, sequestro de carbono e liberação de gases de efeito estufa.	<b>Direta:</b> As características da área determinam algumas particularidades climáticas.  <b>Indireta:</b> As características físicas da área têm leve influência no clima local.  <b>Ausente:</b> Não ocorre influência de qualquer tipo.
	<b>1.2 Regulação da Qualidade do Ar</b> - Os ecossistemas contribuem e extraem produtos químicos da atmosfera, influenciando muitos aspectos da qualidade do ar.	<b>Direta:</b> As características físicas do meio exercem diretamente influência na qualidade do ar.  <b>Indireta:</b> Alguma característica da área exerce serviços que influenciam na qualidade do ar.  <b>Ausente:</b> Não ocorre influência de qualquer tipo.
	<b>1.3 Regulação da Água</b> - O tempo e a magnitude do escoamento, inundação, armazenamento de água e recarga de aquíferos podem ser fortemente influenciados pela topografia, solo, depósitos superficiais e leito rochoso.	<b>Direta:</b> quando ocorre a contribuição para mitigação de riscos naturais, qualidade da água, fornecimento de água potável, fornecimento de habitats e oportunidades de recreação (por exemplo, esportes aquáticos).  <b>Ausente:</b> Não ocorre influência de qualquer tipo.
	<b>1.4 Qualidade da Água/Purificação de água e tratamento de resíduos</b> - Rocha, depósitos superficiais e solo atuam como filtros naturais, fornecendo o “tecido” para a regulação da qualidade da água. A zona insaturada (geologia do solo e da subsuperfície que purifica a água percolada) filtra partículas, resíduos orgânicos e outros poluentes antes de atingir o armazenamento das águas subterrâneas. Este serviço reconhece a capacidade dos componentes e processos da geodiversidade de conter, diluir, atenuar e decompor poluentes.	<b>Direta:</b> benefícios econômicos através da redução de requisitos subsequentes para tratamento de abastecimento de água.  <b>Indireta:</b> água “mais limpa” para aquíferos interiores e massas de água superficiais e seus habitats dependentes.  <b>Não-uso:</b> benefícios estéticos de corpos d'água não poluídos.

SERVIÇOS	CATEGORIAS / BENEFÍCIOS	OFERTA
	<b>1.5 Controle de inundação</b> - O controle de inundações é frequentemente listado como um serviço do ecossistema, mas muitos dos processos envolvidos são físicos e ecológicos. Por exemplo, sedimentos do solo e do subsolo absorvem grandes quantidades de água da chuva e, assim, reduzem o escoamento superficial, ou seja, atrasam e suavizam a entrega de água da chuva aos canais do rio, reduzindo assim as inundações.	<p><b>Direta:</b> As particularidades do meio abiótico exercem papel fundamental na redução dos impactos das inundações.</p> <p><b>Indireta:</b> Tem influência tênue na redução dos impactos das inundações, compartilhando-o com o meio biótico.</p> <p><b>Ausente:</b> Não ocorre influência de qualquer tipo.</p>
	<b>1.6 Regulação atmosférica e Oceânica</b> - As circulações da atmosfera e dos oceanos desempenham um papel vital na regulação do clima e da habitabilidade do mundo.	<p><b>Direta:</b> O meio abiótico e concomitante aspectos geomorfológicos tem papel determinante na regulação atmosférica e oceânica.</p> <p><b>Indireta:</b> Tem alguma influência nas circulações atmosféricas e oceânicas e, conseqüentemente, no clima, habitats e condições de vida.</p> <p><b>Ausente:</b> Não ocorre influência de qualquer tipo.</p>
	<b>1.7 Risco Natural e Regulação da Erosão</b> - Proteção de pessoas, propriedades e terras contra riscos naturais, como inundações, erosão e deslizamentos de terra.	<p><b>Direta:</b> quando o meio abiótico contribui para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Regulação de cheias fluviais através de formas naturais de defesa contra cheias e inundações de várzeas naturais e/ou escavações antropogénicas (como pedreiras);</li> <li>Proteção contra erosão de rios e planícies de inundação e proteção da deposição de sedimentos por meio da manutenção de fluxos de canais naturais e regimes de sedimentos;</li> <li>Regulação das cheias costeiras através da migração natural do mar para o interior e protecção por formas naturais de defesa contra cheias (pântano salgado, dunas de areia);</li> <li>Proteção da erosão costeira através da manutenção das dunas e elevações das praias e circulação natural de sedimentos; e</li> </ul>

SERVIÇOS	CATEGORIAS / BENEFÍCIOS	OFERTA
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Proteção de encostas e erosão do solo e avaliação de risco por meio da análise das propriedades da rocha e do solo, estabilidade da encosta e padrões anteriores da atividade do processo.</li> </ul>
<b>2. PROVISÃO</b>  É responsável por disponibilizar bens materiais para as sociedades humanas. É o de mais fácil compreensão porque, na maioria dos casos, possui um valor monetário associado ao bem, que passa a ser tratado como produto	<b>2.1 Fornecimento de água doce</b> - A geologia fornece o tecido para os aquíferos e dá suporte aos sistemas de águas superficiais. Os solos, a geologia subterrânea e a topografia influenciam o potencial de armazenamento de águas superficiais, enquanto as propriedades dos aquíferos influenciam o potencial de armazenamento e produção de águas subterrâneas.	<b>Direta:</b> fontes naturais de água doce de águas superficiais ou subterrâneas; também água mineral. Captação de águas superficiais ou subterrâneas para abastecimento público, abastecimento industrial ou abastecimento doméstico privado.  <b>Indireta:</b> uma fonte para sustentar habitats dependentes de água e manter o fluxo de base para os rios.  <b>Ausente:</b> Não há nenhuma evidência.
	<b>2.2 Materiais industriais</b> – Os recursos do meio abiótico são responsáveis por fornecer as matérias primas e insumos fundamentais para o funcionamento das indústrias.	<b>Direta:</b> Na área ocorre a exploração de recursos utilizados na indústria.  <b>Indireta:</b> Na área ocorre exploração incipiente, com reservas de matérias-primas que podem ser utilizadas na indústria no futuro.  <b>Ausente:</b> não há recursos industriais na área.
	<b>2.3 Energia (renovável e não renovável)</b> - Geologia, topografia e processos naturais ajudam a fornecer formas renováveis de energia (hidrelétrica, geotérmica, marés, ondas e vento) e as não renováveis (carvão mineral, petróleo, gás natural, etc.).	<b>Direta:</b> O meio abiótico fornece diretamente e com alto potencial a provisão de recursos energéticos.  <b>Indireta:</b> O meio abiótico fornece bases para a exploração energética, todavia com potencial limitado.  <b>Ausente:</b> Não fornece meios para exploração energética

SERVIÇOS	CATEGORIAS / BENEFÍCIOS	OFERTA
	<b>2.4 Nutrientes e minerais para um crescimento saudável</b> - Minerais e nutrientes são geralmente obtidos de alimentos com níveis consideráveis, os alimentos, por sua vez, obtêm os mesmos do solo.	<b>Direta:</b> A tipologia do solo, somados às particularidades mineralógicas são fatores determinantes para o adequado crescimento ou determinada atividade.  <b>Indireta:</b> Os aspectos do solo têm influência em determinada atividade.  <b>Ausente:</b> Não há quaisquer relações.
	<b>2.5 Recursos ornamentais</b> - Fornecimento de rochas, fósseis, minerais e agregados para decoração e paisagismo.	<b>Direta:</b> Quando existe na área a exploração de pedras preciosas, metais preciosos e semipreciosos, bancadas de granito e pisos de ardósia em cozinhas, rochas e pedras de rio em jardins, lajes Caithness para lajes de pavimentação e ardósia, fósseis, pedras polidas e minerais para ornamentos domésticos.  <b>Ausente:</b> Não há quaisquer relações.
	<b>2.6 Materiais de construção</b> - Extração de rochas, sedimentos e outros materiais para construção civil.	<b>Direta:</b> Ocorre a extração de insumos fundamentais para a construção civil: sedimentos, rochas, areia, água.  <b>Indireta:</b> Ocorre a exploração de materiais ligados à construção civil, para seu funcionamento. Exemplo: extração de calcário para produção de cimento.  <b>Ausente:</b> Não há quaisquer relações.
	<b>2.7 Alimentos, fibras, combustíveis, bioquímicos, produtos farmacêuticos e remédios naturais (através de nutrientes fornecidos pelos solos)</b> - Produtos alimentares derivados de plantas, animais e micróbios; Produtos de fibra, incluindo madeira, juta, algodão, cânhamo, seda e lã; Madeira, estrume e outros materiais biológicos; Muitos medicamentos, biocidas, aditivos alimentares como alginatos e materiais biológicos são derivados de ecossistemas.	<b>Indireta:</b> Através de nutrientes fornecidos pelos solos.  <b>Ausente:</b> Não há Alimentos, fibras, combustíveis, bioquímicos, produtos farmacêuticos e remédios naturais (através de nutrientes fornecidos pelos solos)

SERVIÇOS	CATEGORIAS / BENEFÍCIOS	OFERTA
<b>3. CULTURAL E DE CONHECIMENTO</b> Relação da sociedade a algum aspecto abiótico do ambiente por seu significado social ou comunitário. E o serviço de conhecimento estão relacionados com propostas de utilização da natureza abiótica como sala de aula e laboratório, sendo sua exploração puramente científica e educacional.	<b>3.1 Diversidade cultural</b> - A diversidade do ambiente físico é um fator que influencia a diversidade das culturas e identidade cultural.	<p><b>Direta:</b> A diversidade cultural do lugar está diretamente relacionada à sua geodiversidade (igrejas e cidades esculpidas na rocha, por exemplo).</p> <p><b>Indireta:</b> O ambiente físico tem influência nas particularidades culturais locais.</p> <p><b>Ausente:</b> Não há quaisquer relações.</p>
	<b>3.2 Valores espirituais e religiosos e significados culturais</b> - As formações rochosas naturais e os aterros sanitários têm frequentemente valores religiosos ou espirituais associados, também no folclore e lendas locais.	<p><b>Indireta:</b> Ocorre uma forte relação entre o ambiente físico e os valores espirituais, religiosos e significados culturais locais.</p> <p><b>Ausente:</b> Não há quaisquer relações.</p>
	<b>3.3 Sistemas de conhecimento</b> - A sociedade beneficia do conhecimento das propriedades físicas, materiais, processos e história da Terra de muitas maneiras (por exemplo, através da geologia aplicada, engenharia e geologia ambiental, geologia médica e geoforênsica). Registros de alterações climáticas e ambientais do passado preservados numa variedade de arquivos (por exemplo, núcleos de gelo, sedimentos oceânicos, aterros sanitários e sedimentos lacustres) permitem uma perspectiva a longo prazo sobre processos do sistema terrestre e dinâmica do ecossistema, tendências e interações humanas. Eles fornecem linhas de base para a monitorização e previsão ambiental, e podem indicar possíveis ecossistemas, respostas a mudanças futuras no clima e outros fatores.	<p><b>Direta:</b> As peculiaridades ambientais constituem um bom exemplo e/ou fornecem subsídios fundamentais para os sistemas de conhecimento.</p> <p><b>Indireta:</b> As particularidades ambientais fornecem algum suporte para sistemas de conhecimento.</p> <p><b>Ausente:</b> Não há quaisquer relações.</p>
	<b>3.4 Educação</b> - A geodiversidade fornece a base tanto para a educação formal como não formal de pessoas de todas as idades, através de aprendizagem e oportunidades de aprendizagem ao ar livre.	<p><b>Direta:</b> As peculiaridades ambientais constituem um bom exemplo e podem ser utilizadas para educação de todos os níveis: fundamental, médio e superior.</p> <p><b>Indireta:</b> As particularidades ambientais fornecem exemplos e podem ser utilizadas apenas para o ensino superior.</p> <p><b>Ausente:</b> Não há quaisquer relações.</p>



SERVIÇOS	CATEGORIAS / BENEFÍCIOS	OFERTA
	<b>3.5 Inspiração artística</b> - A geodiversidade fornece uma rica fonte de inspiração para a arte, literatura, poesia, música, escultura, símbolos nacionais, arquitetura e património construído e jardins.	<b>Direta:</b> Existem bibliografias, evidências e relatos de que a geodiversidade foi fonte de inspiração.  <b>Ausente:</b> Não há quaisquer relatos/evidências de inspiração artística.
	<b>3.6 Estética</b> - Muitas pessoas encontram beleza natural e valor estético em vários aspectos do ambiente natural, paisagens e vistas cénicas, paisagens interessantes/ bonitas/dramáticas e silêncio/tranquilidade/ paz.	<b>Direta:</b> Paisagem rica do ponto de vista estético e aprazível.  <b>Indireta:</b> Paisagem que se destaca por um ponto, não sendo necessariamente espetacular.
	<b>3.7 Relações sociais</b> - Alterações nos serviços ecossistêmicos (por exemplo, disponibilidade de água doce, regulação de cheias ou erosão) pode afetar as relações sociais, particularmente nas culturas que mantiveram fortes ligações aos seus ambientes locais. O voluntariado através de Grupos Locais de Geoconservação também pode fornecer oportunidades de interação social.	<b>Direta:</b> Os serviços ecossistêmicos desempenham papel fundamental para o funcionamento da sociedade próxima.  <b>Indireta:</b> Os serviços ecossistêmicos têm considerável influência no funcionamento da sociedade.  <b>Ausente:</b> Não há quaisquer relações.
	<b>3.8 Sentido de lugar</b> - Muitas pessoas valorizam o sentido do lugar que está associado às características reconhecidas do seu ambiente, tais como formações rochosas naturais e paisagens, e a percepção do "sentimento de segurança" é carácter criado por essas características.	<b>Direta:</b> As características físicas da área são apreciadas pelos residentes e visitantes que lhe atribuem o sentido de lugar.  <b>Indireta:</b> O lugar é valorizado apenas pelos visitantes.  <b>Ausente:</b> Não há quaisquer relações.

SERVIÇOS	CATEGORIAS / BENEFÍCIOS	OFERTA
	<p><b>3.9 Patrimônio cultural e Geopatrimônio</b> - Os geossítios associados a grandes desenvolvimentos em geociência fazem parte do valor cultural do geopatrimônio. Outros geossítios são significativos para as suas associações históricas, literárias ou artísticas ou outros significados culturais. A geodiversidade sustenta o caráter paisagístico e paisagístico do mar e diferentes tipos de paisagem cultural. A utilização de pedra local ou tradicional e outros materiais geológicos dentro do ambiente construído e a conservação das paisagens culturais contribuem para o patrimônio cultural de uma área e o seu caráter paisagístico. As memórias culturais são frequentemente expressas através de características naturais tais como montanhas, quedas de água e formações rochosas.</p>	<p><b>Direta:</b> A área possui sítios que têm relevância em mais de um parâmetro.</p> <p><b>Indireta:</b> A área possui sítios que são relevantes apenas em determinado parâmetro.</p> <p><b>Ausente:</b> Não existem sítios com relevância na área.</p>
	<p><b>3.10 Qualidade ambiental</b> - A geodiversidade e o geopatrimônio contribuem para a qualidade ambiental que apoia a saúde das pessoas e o bem-estar.</p>	<p><b>Direta:</b> A área possui particularidades físico-naturais que têm papel determinante na qualidade ambiental em vários aspectos como qualidade do ar, da água, do solo, da biodiversidade etc.</p> <p><b>Indireta:</b> A área possui particularidades físico-naturais que têm papel determinante na qualidade ambiental em apenas um aspecto.</p> <p><b>Ausente:</b> Não há quaisquer relações.</p>

SERVIÇOS	CATEGORIAS / BENEFÍCIOS	OFERTA
	<p><b>3.11 Recreação e baseada na natureza Turismo</b> - As pessoas escolhem frequentemente onde passar os seus tempos livres com base nas características do natural ou características culturais de uma determinada área. As características físicas (geodiversidade) sustentam o caráter paisagístico, habitats e ecossistemas valorizados, e as qualidades estéticas e outras qualidades culturais de uma área. Eles proporcionam oportunidades de recreação ao ar livre (por exemplo, caminhadas, escalada em rocha, cavernas, esqui e aventura ao ar livre) e lazer, ou um refúgio tranquilo onde relaxar e refletir, e contribuir para a saúde e o bem-estar das pessoas. Também apoiam o geoturismo, que por sua vez fornece uma fonte de emprego (por exemplo, em geoparques) e uma gama de benefícios relacionais e outros acima descritos que contribuem para a saúde e bem-estar das pessoas e para o seu desenvolvimento educacional e pessoal ao longo da vida.</p>	<p><b>Direta:</b> A área possui sítios que são considerados como principais destinos para atividades recreativas da população local e recebe normalmente alguns turistas.</p> <p><b>Indireta:</b> A área possui sítios que são comumente destinados à recreação, sendo parcialmente frequentado apenas pela população local.</p> <p><b>Ausente:</b> A área não é utilizada para atividades recreativas.</p>
<p><b>4. Serviço de Suporte</b> - São aqueles em que a geodiversidade dispõe de recursos para o desenvolvimento de atividades do ser humano ou da própria natureza, e que dependem diretamente dos solos e rochas para serem realizadas. Compreende a disponibilização de recursos para algumas atividades do homem e da biota do planeta</p>	<p><b>4.1 Processos de formação de solo</b> - A taxa de formação do solo através do intemperismo de rochas e outros materiais de origem (incluindo aqueles derivados da erosão e deposição de sedimentos) é um fator chave no fornecimento de um meio para o crescimento das plantas e habitats de apoio</p>	<p><b>Direta:</b> A formação de solos é determinante para o estabelecimento de ecossistemas saudáveis.</p> <p><b>Indireta:</b> muitos serviços de abastecimento dependem da formação e fertilidade do solo.</p>
	<p><b>4.2 Enterro e armazenamento</b> - Os recursos físicos da terra são usados há muito tempo para o enterro humano, colocando corpos na terra (como nas sepulturas) ou em monumentos construídos acima do solo, como as pirâmides ou - em menor escala - montes de pedras ou dolmens. Uma variedade diversificada de tipos de rochas também é usada pelos pedreiros modernos para fazer lápides, embora uma propriedade importante aqui seja a durabilidade, principalmente na retenção de inscrições.</p>	<p><b>Direta:</b> Utilizada para armazenamento de resíduos nucleares, sepultura ou como matéria prima para construção de mausoléus.</p> <p><b>Ausente:</b> Não há quaisquer relações.</p>

SERVIÇOS	CATEGORIAS / BENEFÍCIOS	OFERTA
	<b>4.3 Plataforma para a atividade humana</b> - A geodiversidade fornece uma plataforma para construção e infraestrutura (por exemplo, terreno plano em praias elevadas ou terraços fluviais).	<b>Direta:</b> Ocorrem os benefícios econômicos a partir da plataforma fornecida pela geodiversidade. <b>Ausente:</b> Não é utilizado como plataforma para atividades humanas.
	<b>4.4 Ciclagem biogeoquímica</b> – A circulação natural contínua de elementos vitais (por exemplo, carbono e nitrogênio), compreendendo trocas entre a atmosfera, a geosfera e os organismos vivos.	<b>Direta:</b> Fornecimento de minerais e nutrientes necessários para o funcionamento do ciclo. <b>Indireta:</b> Suporte à função e integridade de outros serviços ecossistêmicos. <b>Ausente:</b> Não há quaisquer relações.
	<b>4.5 Provisão de Habitat</b> - O ambiente físico geralmente desempenha um papel enorme no fornecimento de habitats para a biodiversidade, mas isso parece ser raramente reconhecido pelos ecologistas.	<b>Direta:</b> O ambiente físico determina as características do habitat. <b>Indireta:</b> O ambiente físico tem influência no habitat. <b>Ausente:</b> Não há quaisquer relações.

Fonte: Araújo, Diniz e Souza (2024).

Com o quadro 2 no levantamento de campo, foi possível mensurar quantos serviços ecossistêmicos foram identificados dentro de cada categoria (regulação, provisão, culturais e de conhecimento e suporte). Após obter o quantitativo de serviços prestados por categoria, a próxima etapa consistiu em avaliar o grau de relevância desses serviços.

Para avaliar o grau de relevância dos serviços ecossistêmicos, utilizou-se da metodologia trazida por Araújo, Diniz e Souza (2024), que correspondente a uma adaptação da proposta de Burkhard (2017). Nesta etapa da pesquisa, uma escala numérica composta de seis classes de valor atribui a capacidade de relevância (Quadro 2). Após a identificação da capacidade de relevância de cada compartimento foi atribuído de forma geral o grau de relevância sendo: nenhuma relevância atribui valor 0; baixa relevância 1; demanda relevante 2; média relevância 3; relevância alta 4 e relevância muito alta 5.

*Quadro 2: Grau de Relevância dos Serviços Ecossistêmicos*

Categorias	Número de serviços	Grau de relevância em relação ao número de serviços providos	Capacidade para relevância
Serviços de Regulação	7	0 - Nenhum serviço provido	Nenhuma relevância
		1 serviço provido	Baixa relevância
		2 serviços providos	Demanda relevante
		3-4 serviços providos	Média relevância
		5-6 serviços providos	Alta relevância
Serviços de Provisão	6	7 serviços providos	Muito alta relevância
		0 - Nenhum serviço provido	Nenhuma relevância

		1 serviço provido	Baixa relevância
		2 serviços providos	Demanda relevante
		3-4 serviços providos	Média relevância
		5 serviços providos	Alta relevância
		6 serviços providos	Muito alta relevância
Serviços Culturais e de Conhecimento	11	0 - Nenhum serviço provido	Nenhuma relevância
		1-2 serviços providos	Baixa relevância
		3-4 serviços providos	Demanda relevante
		5-6 serviços providos	Média relevância
		7-9 serviços providos	Alta relevância
		10-11 serviços providos	Muito alta relevância
Serviços de Suporte	5	0 - Nenhum serviço provido	Nenhuma relevância
		1 serviço provido	Baixa relevância
		2 serviços providos	Demanda relevante
		3 serviços providos	Média relevância
		4 serviços providos	Alta relevância
		5 serviços providos	Muito alta relevância

Fonte: Araújo, Diniz e Souza (2024).

Após a mensuração da quantidade e do grau de relevância dos serviços ecossistêmicos abióticos providos em cada categoria, foi possível relacionar os tipos de serviços providos a cada unidade de relevo da área de estudo.

#### 4. Resultados e discussões

A geodiversidade presente na área de estudo desempenha papel fundamental na oferta de serviços ecossistêmicos abióticos, especialmente nas áreas classificadas como paisagens excepcionais. Elementos como aspectos geomorfológicos, geológicos, pedológicos e arqueológicos não apenas moldam o ambiente físico, mas também promovem uma ampla diversidade de funções ecossistêmicas. Em cada compartimento analisado, foram identificados diferentes tipos de serviços ecossistêmicos abióticos, que atuam de forma direta ou indireta no suporte à vida e no bem-estar da população do município. Foram constatados serviços distintos, com diferentes graus de relevância, nos três compartimentos avaliados.

O Quadro 3 apresenta a descrição dos serviços ecossistêmicos abióticos identificados nos três pontos analisados no município de Algodão de Jandaíra.

Quadro 3: Serviços Ecossistêmicos Abióticos dos compartimentos visitados – Categorias e Oferta

Seção	Categoria/Benefício	Compartimentos		
		Superfície de Aplainamento (Muralha Maior)	Planície (Açude de Algodão)	Serra (Pedra do Caboclo)
		Oferta (direto/indireto/ausente)		
1. Regulação	1.1 Regulação do Clima	Ausente	Indireto	Direto
	1.2 Regulação da Qualidade do Ar	Indireto	Indireto	Indireto
	1.3 Regulação da Água	Direto	Direto	Direto
	1.4 Qualidade da Água / Purificação de	Indireto	Direto	Indireto



Seção	Categoria/Benefício	Compartimentos		
		Superfície de Aplainamento (Muralha Maior)	Planície (Açude de Algodão)	Serra (Pedra do Caboclo)
		Oferta (direto/indireto/ausente)		
	água e tratamento de resíduos			
	1.5 Controle de inundação	Indireto	Direto	Ausente
	1.6 Regulação atmosférica e oceânica	Ausente	Indireto	Indireto
	1.7 Risco Natural e Regulação da Erosão	Ausente	Indireto	Ausente
Quantidade		4	7	5
2. Provisão	2.1 Fornecimento de água doce	Indireto	Direto	Indireto
	2.2 Materiais industriais	Ausente	Direto	Ausente
	2.3 Energia (renovável e não renovável)	Ausente	Ausente	Ausente
	2.4 Nutrientes e minerais para um crescimento saudável	Indireto	Direto	Direto
	2.5 Recursos ornamentais	Ausente	Ausente	Ausente
	2.6 Materiais de construção	Ausente	Direto	Ausente
	2.7 Alimentos, fibras, combustíveis, bioquímicos, produtos farmacêuticos e remédios naturais (através de nutrientes fornecidos pelos solos)	Ausente	Indireto	Indireto
Quantidade		2	5	3
3. Cultural e de conhecimento	3.1 Diversidade cultural	Ausente	Ausente	Direto
	3.2 Valores espirituais e religiosos e significados culturais	Ausente	Ausente	Indireto
	3.3 Sistemas de conhecimento	Direto	Ausente	Direto
	3.4 Educação	Indireto	Direto	Indireto
	3.5 Inspiração artística	Ausente	Ausente	Direto
	3.6 Estética	Direto	Direto	Direto

Seção	Categoria/Benefício	Compartimentos		
		Superfície de Aplainamento (Muralha Maior)	Planície (Açude de Algodão)	Serra (Pedra do Caboclo)
		Oferta (direto/indireto/ausente)		
	3.7 Relações sociais	Direto	Direto	Direto
	3.8 Sentido de lugar	Ausente	Direto	Direto
	3.9 Patrimônio cultural e Geopatrimônio	Direto	Ausente	Direto
	3.10 Qualidade ambiental	Ausente	Direto	Direto
	3.11 Recreação baseada na natureza e turismo	Direto	Direto	Direto
Quantidade		6	6	11
4. Suporte	4.1 Processos de formação de solo	Direto	Direto	Direto
	4.2 Enterro e armazenamento	Direto	Ausente	Ausente
	4.3 Plataforma para a atividade humana	Direto	Direto	Direto
	4.4 Ciclagem biogeoquímica	Direto	Direto	Direto
	4.5 Provisão de Habitat	Direto	Direto	Direto
Quantidade		5	4	4

Fonte: Autores, 2025.

Na sequência, o Quadro 4 apresenta a quantificação desses serviços nos diferentes compartimentos da paisagem, considerando o número de serviços providos, o grau e a capacidade de relevância de cada um. Essa análise permite compreender de forma mais aprofundada como a geodiversidade local influencia a oferta e o desempenho dos serviços ecossistêmicos abióticos no contexto do semiárido paraibano.

*Quadro 4: Grau de Relevância dos Serviços Ecossistêmicos visitados.*

Serviços	Unidades de Referência	Número de serviços prestados	Grau de Relevância	Capacidade de Relevância
1. Regulação	Superfície de Aplainamento (Muralha Maior)	4	3	Relevância média
	Planície (Açude de Algodão)	7	5	Relevância muito alta
	Serra (Pedra do Caboclo)	5	4	Relevância alta
2. Provisão	Superfície de Aplainamento	2	2	Demanda relevante

	(Muralha Maior)			
	Planície (Açude de Algodão)	5	4	Alta relevância
	Serra (Pedra do Caboclo)	3	3	Relevância média
3. Cultural e de conhecimento	Superfície de Aplainamento (Muralha Maior)	6	3	Relevância média
	Planície (Açude de Algodão)	6	3	Relevância média
	Serra (Pedra do Caboclo)	11	5	Relevância muito alta
4. Suporte	Superfície de Aplainamento (Muralha Maior)	5	5	Relevância muito alta
	Planície (Açude de Algodão)	4	4	Alta relevância
	Serra (Pedra do Caboclo)	4	4	Alta relevância

Fonte: Autores, 2025.

A partir dos dados apresentados, observa-se que, na categoria de serviços de regulação, o compartimento da planície fluvial do rio Jandaíra foi o único a apresentar todos os sete benefícios, alcançando capacidade máxima de “relevância muito alta”. Esse resultado decorre do fato de que todos os benefícios são utilizados de forma direta e indireta, seja pela população, seja para a manutenção dos ecossistemas locais. A população utiliza da área do açude, argila e areia, o que consequentemente contribui para evitar o assoreamento do açude. Ademais, a regulação climática e a qualidade do ar são favorecidas pela umidade local, que auxilia na estabilidade térmica. Apesar de a água ser classificada como salobra segundo parâmetros de salinidade, é apta para atividades recreativas. Apesar de a água ser classificada como salobra, definida pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (Brasil, 2005) como aquela que apresenta salinidade superior a 0,5‰ e inferior a 30‰, tal condição não impede seu uso para atividades recreativas de contato primário e secundário. De acordo com o CONAMA (Brasil, 2000), águas salobras de Classe 1 podem ser destinadas à recreação, desde que respeitados os parâmetros de balneabilidade estabelecidos na Resolução CONAMA nº 274/2000. Portanto, a aptidão recreativa observada em campo (banho, lazer) é tecnicamente viável dentro deste enquadramento legal, desde que monitorada.

O controle de inundações também é eficaz, uma vez que a presença do açude permite o escoamento adequado e reduz riscos para moradores próximos. Ou seja, a vegetação da Caatinga, sendo caducifolia e muitas vezes esparsa, oferece uma interceptação limitada durante as chuvas torrenciais mais intensas. Portanto, é a geometria do relevo e a intervenção geotecnológica (o açude) que realizam o trabalho pesado de amortecimento.

Em contraste, a Serra apresentou cinco serviços de regulação, classificados como de “alta relevância”, conforme o quadro 4. Apesar de não possuir disponibilidade hídrica superficial como a planície, demonstra significativa capacidade de regulação por meio da vegetação adaptada ao ambiente rochoso, como bromélias e arbustos de pequeno porte, além da manutenção de (micro) habitats. Por se tratar de um relevo mais elevado do que o entorno, também contribui indiretamente para a regulação atmosférica, exercendo influência sobre os fluxos de ar e atuando como barreira natural que interfere nos microclimas locais.

A Superfície de Aplainamento, por sua vez, registrou quatro serviços de regulação, com grau de relevância três e capacidade classificada como “média” (quadro 4). Essa limitação decorre da fragmentação da paisagem, considerando que o ponto de coleta se encontra em área urbanizada, com conservação restrita à Muralha Maior. A regulação da água demonstrou ser o único fator com influência direta identificada. Apesar da natureza impermeável do afloramento rochoso, ao restringir a infiltração da água pluvial, o solo impede o escoamento superficial total. Essa retenção confere uma influência, ainda que tênue no controle de inundações.

Nesse sentido, os resultados reforçam a importância das paisagens excepcionais para a manutenção dos serviços de regulação. Estudos desenvolvidos em contextos semiáridos evidenciam que paisagens naturais associadas à geodiversidade desempenham papel fundamental na oferta de serviços, especialmente no que se refere à regulação e manutenção. Como

exemplo, a pesquisa realizada na Bacia do Riacho São José, em Pernambuco, evidencia que os serviços ecossistêmicos em paisagens semiáridas variam de acordo com o tipo de cobertura da terra e com as atividades antrópicas desenvolvidas, uma vez que áreas com vegetação natural tendem a apresentar maior eficiência na prestação de serviços de regulação e manutenção, enquanto áreas sob uso agrícola concentram uma oferta mais ampla e diversificada de serviços de provisão (Chaves *et al.*, 2021). Essa constatação dialoga com os resultados do presente estudo, ao demonstrar que a distribuição dos serviços ecossistêmicos está diretamente associada às características ambientais e às formas de uso dos diferentes compartimentos da paisagem.

No que se refere aos serviços de provisão, a maior diversidade e relevância foram registradas na planície (açude), com “alta relevância” (Quadro 4), onde foram identificados cinco serviços. O fornecimento de água doce se mostrou particularmente significativo, evidenciado pela observação, durante a coleta de campo, de um caminhão-pipa realizando a captação direta no açude (Figura 5) para o abastecimento da população.



Figura 5: Caminhão pipa coletando água no Rio Jandaíra  
Fonte: Autores, 2025.

Verifica-se, portanto, que os resultados obtidos residem em plena consonância com os estudos sobre a importância dos recursos hídricos em regiões semiáridas, a exemplo de Silva *et al.* (2018), reforçando o papel estratégico dos corpos d'água na manutenção da qualidade de vida das populações locais. Além do recurso hídrico, outros recursos também são utilizados pela população local. A deposição de sedimentos ao longo da planície fluvial contribui para a formação de barreiros, dos quais é extraída a argila utilizada como matéria-prima por uma indústria cerâmica instalada na região, evidenciando a relação direta entre os processos naturais e as atividades econômicas locais. De forma semelhante, a extração de areia destinada à construção civil está associada ao acúmulo de sedimentos arenosos transportados pelo curso d'água. Soma-se a isso o serviço de provisão de nutrientes e minerais, uma vez que os nutrientes presentes na água sustentam a ictiofauna local, possibilitando a prática da pesca pela comunidade, que utiliza os peixes como importante fonte de subsistência.

Além disso, as características dos solos presentes nessa área favorecem o desenvolvimento da vegetação em geral, em função da disponibilidade de nutrientes. Entre a vegetação, destacam-se espécies de plantas medicinais como: Juá (*Zyziphus joazeiro* Mart.) e Aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva* F. Allemão), usadas tradicionalmente pela população na produção de remédios naturais.

No compartimento da Serra, foram identificados três serviços ecossistêmicos de provisão com capacidade considerada de “relevância média”. Enquanto, na Superfície de Aplainamento, foram encontrados dois serviços de provisão, sendo uma “demanda relevante”. Nessas áreas, algumas comunidades ainda utilizam poços artesianos para obtenção de água, embora esta seja inadequada para o consumo humano, é utilizada para fins não potáveis. Além disso, também é comum o uso de plantas medicinais pela população.

Quanto aos serviços culturais e de conhecimento, estes alcançaram expressiva representatividade no compartimento da Serra, atingindo a pontuação máxima de “relevância muito alta”, com 11 serviços providos. A Superfície de Aplainamento e a Planície fluvial quantificaram seis serviços, apresentando “relevância média”, o que reforça os vínculos simbólicos e

tradicionais com as paisagens. Ressalta-se que, no compartimento da Serra, a presença da Pedra do Caboclo constitui um dos principais fatores que contribuem para a expressiva unificação dos serviços culturais e de conhecimento observados na área. Esta constatação alinha-se com as observações de Moreira e Vale (2018) sobre o potencial geoturístico de formações rochosas singulares no Nordeste brasileiro.

O compartimento apresenta significativa diversidade cultural, com valores espirituais e religiosos, evidenciados pela presença de imagens de santos católicos e práticas de devoção (Figura 6). O local desperta interesse também para estudos geológicos, especialmente sobre o granito. Do ponto de vista estético, a paisagem se destaca pela beleza cênica e pelo caráter aprazível. As relações sociais vinculadas ao espaço são marcantes: o afloramento rochoso é alvo de intervenções, como pichações, mas, ao mesmo tempo, constitui um importante elemento de identidade e pertencimento, sendo amplamente apreciado por residentes e visitantes.



Figura 6: Local de devoção católica na Pedra do Caboclo  
Fonte: Autores, 2025.

A área abriga inscrições rupestres que testemunham a presença e a cultura de povos ancestrais (Figura 7). Do ponto de vista ambiental, o local mantém boa qualidade em diversos aspectos, como ar, água, solo e biodiversidade. Além disso, é amplamente utilizado para atividades recreativas, como trilhas, escaladas e práticas de lazer, reforçando sua relevância cultural, histórica, natural e turística para a região.

Com a colonização e a introdução da sociedade agropastoril, a função da Pedra do Caboclo transformou-se, mas não perdeu relevância. A transição do uso místico-ritual indígena para o religioso-devocional católico demonstra a potência do lugar.

A instalação de imagens de santos e a realização de práticas devocionais nas formações rochosas, indicam que a comunidade local continua a perceber a serra como um local de conexão com o divino. A geologia fornece a “catedral natural”. Além disso, a identidade da comunidade de Algodão de Jandaíra está fundida com a paisagem; a Pedra do Caboclo é um ícone de pertencimento, um marco que diferencia o seu território dos demais.





Figura 7: Pinturas rupestres na Pedra do Caboclo  
Fonte: Autores, 2025.

Nos compartimentos da Superfície de Aplainamento e da Planície, alguns serviços em comum foram identificados. Entre eles, destaca-se o potencial educativo: na Superfície de Aplainamento são realizadas aulas e visitas, principalmente na Muralha, enquanto o açude presente na Planície fluvial oferece condições para atividades de campo, embora seja pouco utilizado para esse fim. Do ponto de vista estético, ambos os locais apresentam grande beleza cênica, sendo que a Superfície de Aplainamento se sobressai pela presença da Muralha Maior e a Planície pelo açude. O afloramento rochoso em formato de muro configura um patrimônio geomorfológico com potencial para atividades turísticas. Em ambos se observam relações sociais vinculadas ao uso e à apreciação dessas paisagens.

No que se refere aos serviços de geopatrimônio e ao sistema de conhecimento, a Muralha Maior se destaca, pois constitui um registro geológico fundamental para o entendimento da história da Terra e dos processos que ocorrem em seu interior, evidenciados pelas fraturas observadas na rocha. Essa relevância a coloca como elemento de grande valor para pesquisas e divulgação científica.

Por fim, os serviços de suporte apresentaram “relevância muito alta” na Superfície de Aplainamento e “alta relevância” na Planície e na Serra. O único benefício não encontrado na Planície e na Serra foi “enterro e armazenamento” indicando que esses ambientes abióticos não são utilizados para sepultamentos humanos.

A Figura 8 apresenta o grau de relevância dos serviços ecossistêmicos na área de estudo. Nos três compartimentos os resultados variaram de “demanda relevante” a “relevância muito alta”. Essa constatação reforça a importância ambiental da região, que se destaca como uma paisagem excepcional no semiárido e constitui uma área de destaque no bioma Caatinga.

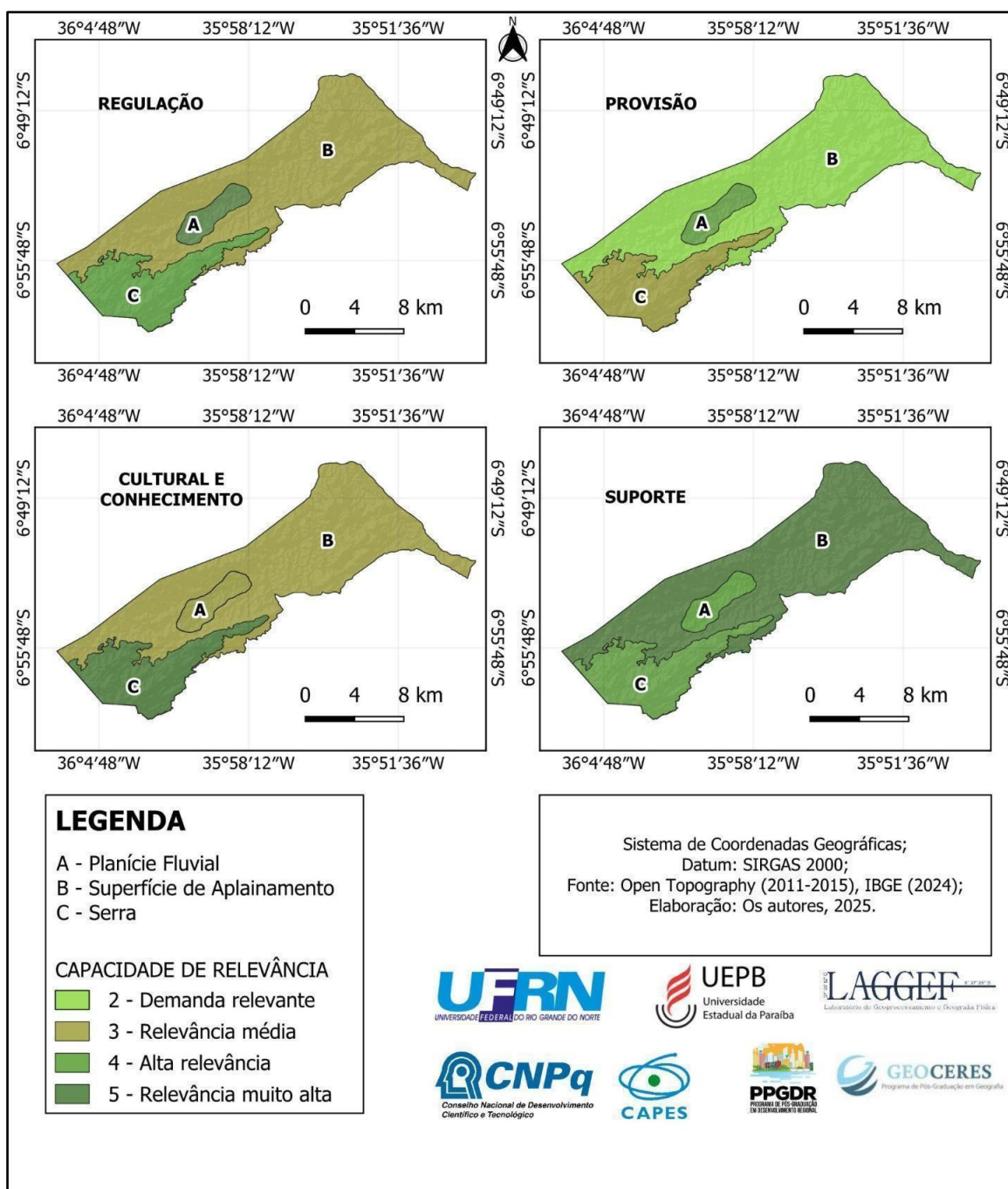


Figura 8: Capacidade de relevância dos serviços ecossistêmicos.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025

O elevado grau de relevância observado comprova que os aspectos abióticos, especialmente aqueles condicionados pelo relevo, exercem papel fundamental na provisão de serviços que influenciam diretamente a qualidade de vida e o bem-estar da população local. A conservação e o uso sustentável desses compartimentos são essenciais para garantir a

continuidade dos serviços ecossistêmicos prestados pela geodiversidade, contribuindo para a resiliência ambiental e para o desenvolvimento da região.

Em geral, observam-se benefícios econômicos distintos: nas áreas mais planas predominam atividades agrícolas, enquanto os afloramentos rochosos se destacam pelo potencial turístico. A agricultura de subsistência nessas áreas representa a manifestação mais direta da utilização do serviço de provisão abiótica. O uso contínuo, porém, leva à modificação da paisagem, que é resultado da interação antrópica com os compartimentos.

Em síntese, a diversidade de usos e benefícios associados a cada compartimento evidencia a importância desses espaços tanto para a economia local quanto para a valorização ambiental e cultural, reforçando a necessidade de estratégias de gestão que conciliem conservação e aproveitamento sustentável.

## 5. Considerações finais

Esta pesquisa permitiu demonstrar que o município de Algodão de Jandaíra possui uma significativa diversidade de serviços ecossistêmicos abióticos distribuídos em suas paisagens excepcionais, confirmando a hipótese inicial de que a geodiversidade local desempenha papel fundamental na provisão de benefícios diretos e indiretos para a população e os ecossistemas. A metodologia adotada mostrou-se adequada para a avaliação sistemática desses serviços, evidenciando diferenças relevantes entre os compartimentos geomorfológicos analisados.

De modo geral, os resultados indicam que a planície do Rio Jandaíra, representada pelo Açude de Algodão, desempenha papel central na oferta de serviços de provisão e regulação, especialmente aqueles relacionados ao abastecimento hídrico e ao suporte às atividades produtivas locais. A observação da captação direta de água por caminhões-pipa durante o trabalho de campo ilustra, de forma concreta, a dependência da comunidade em relação aos serviços ecossistêmicos oferecidos por esse compartimento.

Por sua vez, o compartimento da Serra destacou-se pela expressiva oferta de serviços culturais e de conhecimento, associados aos valores simbólicos, paisagísticos, recreativos e educativos atribuídos às formações rochosas, reforçando sua importância para o patrimônio natural e cultural da região. A Superfície de Aplainamento, representada pela Muralha Maior, revelou relevância particular nos serviços de suporte, alcançando uma relevância muito alta nesta categoria. Pode-se dizer que a formação rochosa presente na área tem um valor científico inestimável constituído um verdadeiro laboratório natural para a compreensão dos processos geológicos regionais.

Esses resultados evidenciam que cada compartimento desempenha funções específicas e complementares, reforçando a necessidade de uma abordagem integrada na análise e na gestão dos serviços ecossistêmicos. Enquanto a planície demanda políticas voltadas à proteção dos recursos hídricos e regulamentação da extração de materiais, a serra requer ações de valorização do patrimônio cultural e desenvolvimento do turismo sustentável. Já a superfície de aplainamento necessita de medidas de geoconservação que assegurem a preservação de seus registros geológicos singulares.

Nesse sentido, os achados desta pesquisa contribuem para o avanço do conhecimento sobre serviços ecossistêmicos abióticos em contexto semiárido, área ainda pouco explorada na literatura científica nacional. Além disso, reforçam a importância de considerar as particularidades geomorfológicas e ambientais no planejamento territorial e na gestão de áreas inseridas no semiárido, de modo a conciliar conservação ambiental, uso sustentável dos recursos naturais e melhoria das condições de vida da população local.

A metodologia empregada mostrou-se adequada para a realidade local, podendo ser replicada em outros municípios do semiárido paraibano e nordestino, contribuindo para a construção de um panorama regional mais amplo sobre a oferta desses serviços. Do ponto de vista prático, os resultados subsidiam a elaboração de políticas públicas ambientais mais efetivas, fornecendo base científica para instrumentos de gestão territorial que integrem conservação ambiental e desenvolvimento socioeconômico. A quantificação e classificação dos serviços ecossistêmicos abióticos podem orientar processos de licenciamento ambiental, planos diretores municipais e estratégias de educação ambiental voltadas à valorização do patrimônio natural.

Ressaltam-se, contudo, algumas limitações do estudo que sugerem caminhos para pesquisas futuras. A análise restringiu-se a três compartimentos representativos, sendo recomendável a expansão para outras unidades de relevo presentes no município. Ademais, a incorporação de métodos de valoração econômica dos serviços identificados poderá enriquecer análises posteriores, oferecendo subsídios adicionais para a tomada de decisão em políticas públicas.

Em síntese, o estudo evidencia que Algodão de Jandaíra, apesar de suas dimensões territoriais reduzidas, abriga uma riqueza significativa de serviços ecossistêmicos abióticos que sustentam tanto as atividades humanas quanto a integridade dos ecossistemas locais. O reconhecimento e valorização dessa diversidade funcional constituem passos fundamentais para a promoção do desenvolvimento sustentável no contexto desafiador do semiárido brasileiro, evidenciando que mesmo

pequenos municípios podem desempenhar papéis estratégicos na conservação ambiental e no bem-estar das populações locais.

## 6. Referências

AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba). *Atlas Pluviométrico da Paraíba*. João Pessoa, 2025. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/biblioteca/atlas-pluviometrico-da-paraiba/>. Acesso em: 7 ago. 2025.

Araújo, Francisco Herminio Ramalho. Diniz, Marco Túlio Mendonça. Souza, Marcelo Alves de. *Comparison of abiotic ecosystem services in exceptional landscapes conditioned by relief in the Martins-Portalegre massif, Brazilian semi-arid region*. In: Discover Geoscience. 2024. <https://doi.org/10.1007/s44288-024-00106-1>

Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água doces, salobras e salinas do Território Nacional e dá outras providências. Brasília, DF, 2005. Disponível em: [https://conama.mma.gov.br/?id=450&amp;option=com\\_sisconama&amp;task=arquivo.download](https://conama.mma.gov.br/?id=450&amp;option=com_sisconama&amp;task=arquivo.download). Acesso em: 5 dez. 2025.

Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000. Dispõe sobre a classificação das águas brasileiras para fins de balneabilidade e revoga os artigos 26 a 34 da Resolução CONAMA nº 20/86. Publicada no Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 18, p. 70-71, 25 jan. 2001.

Burkhard B. Matriz de serviços ecossistêmicos. In: Burkhard B, Maes J, editores. *Mapeamento de serviços ecossistêmicos*. Sofia, Bulgária: Pensoft Publishers; 2017. pág. 227-32.

Chaves, A. M. S., Vieira, A. G. T., França, E. M. S., Santos, E. J., Teixeira, G. S. S., Silva, J. I. S., Souza, R. M. Identificação de serviços ecossistêmicos na paisagem semiárida da Bacia do Riacho São José, Pernambuco. *Geosaberes*, Fortaleza, v. 12, p. 139–158, 2021. <https://doi.org/10.26895/geosaberes.v12i0.1147>

Costanza, R.; Arge, R.; Groot, R.; Farber, S.; Grasso, M.; Hannon, B.; Limburg, K.; O'Neill, R. V.; Paruelo, J.; Raskin, R. G.; Sutton, P.; Belt, D, V, M. *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. *Nature* 387, 253–260 (1997). <https://doi.org/10.1038/387253a0>

*Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), Geoportal SGB: GeoSGB, 2004. Disponível em: https://geoportal.sgb.gov.br/geosgb/. Acesso em: 22 jul. 2025.*

De Groot, R., Alkemade, R., Braat, L., et al. Valuing Ecosystem Services: A Global Perspective. *Ecological Economics*, v. 69, n.11, p. 850-860, 2010.

Gaudereto, G. L. et al. Avaliação de serviços ecossistêmicos na gestão de áreas verdes urbanas: promovendo cidades saudáveis e sustentáveis. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. 21, 2018.

Gil, Antônio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

Gray M. Geodiversity and geoconservation: what, why, and how?. In: *The George Wright Forum*. George Wright Society, p. 4-12, 2005. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/43597951>. Acesso em: 20 ago 2025.

Gray, M. Geodiversity- Valuing and Conserving Abiotic Nature. New York: John Wiley and Sons, 2004.

Guedes, F. B.; Seehusen, S. E. Pagamentos por serviços ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios. 1. ed. Brasília: MMA, 2011.

IBGE. (2022). Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2022. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Divisão regional do Brasil em mesorregiões e microrregiões geográficas. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

Lakatos, E. M.; Marconi, M. A. Fundamentos de metodologia científica. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

---

Moreira, Jasmine Cardozo; Vale, Tatiane Ferrari do. Geoparks: educação, conservação e sustentabilidade. In: Guerra, Antônio José Teixeira; Jorge, Maria do Carmo Oliveira (org.). Geoturismo, geodiversidade, geoconservação: abordagens geográficas e geológicas. São Paulo: Oficina de textos, 2018. p. 80-105.

Nascimento, Flávio Rodrigues do. O fenômeno da desertificação. Goiânia: Ed. UFG, 2013. Nature, v. 387, n. 15, p. 253–260, 1997.

Organização das Nações Unidas (ONU). (2015). Relatório das Nações Unidas sobre Serviços Ecossistêmicos. ONU.

Relatório de Avaliação do Maciço Martins-Portalegre. Avaliação e Comparação dos Serviços Ecossistêmicos Abióticos em Paisagens Excepcionais. Governo da Paraíba, Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2023.

Sampaio, E. V. S., Silva, A. C., & Almeida, A. T. Paisagens do Semiárido: caracterização e importância para a conservação. Revista Brasileira de Geoecologia, v. 12, n.4, p. 567-578, 2013.

Santos, M. G. S.; Medeiros, F. J. Geodiversidade e Patrimônio Geomorfológico no Município de Ereré, Ceará, Brasil. v. 13, n. 1, 2025. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/geoconexoes/article/view/18176>. Acesso em: 7 ago. 2025.

Silva, Geovana Priscilla da. Aspectos sócio-econômico-cultural e percepção da fertilidade do solo na comunidade Riacho dos Negros, Algodão de Jandáira, Paraíba. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2015.

Silva, M. N., Santos, R. B., & Pereira, M. G. Valoração dos recursos naturais abióticos e sustentabilidade em regiões semiáridas. Revista de Gestão e Meio Ambiente. v.10, n.2, p. 123-135, 2018.