

18° ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE PAISAGISMO
EM ESCOLAS DE ARQUITETURA E URBANISMO NO BRASIL

BELO HORIZONTE - MG
11 - 14 / AGOSTO

PAISAGENS EM DIÁLOGOS
TERRITÓRIOS, MEMÓRIAS E NATUREZAS



GEOSSÍTIOS EM CENA:

**Uma Abordagem Bidimensional do Valor Cênico na Tessitura da Paisagem do
Geoparque Quarta Colônia (RS)**

ST1 – Paisagens e naturezas

GEOSITES ON STAGE:

*A Bidimensional Approach to Scenic Value within the Landscape Weave of the Quarta
Colônia Geopark (RS)*

WILHELM, Martiele

Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional | UFRGS | Agudo, RS, BR |
wilhelm.martiele@acad.ufsm.br | ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2557-0221>

WEISS, Raquel

Professora Adjunta no Departamento de Urbanismo no Curso de Arquitetura e Urbanismo | UFRGS | Porto Alegre,
RS, BR | raquel.w@ufrgs.br | ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7169-8803>

RESUMO

A paisagem pode ser compreendida como uma tessitura relacional que articula atributos físicos, ecológicos e culturais, configurando simultaneamente suporte material e experiência perceptiva. No contexto dos geoparques, embora os geossítios sejam amplamente avaliados quanto ao valor científico e educativo, a dimensão cênica ainda carece de métricas integradas que articulem qualidade visual e projeção territorial. Este estudo propõe uma métrica bidimensional do valor cênico aplicada ao Geoparque Quarta Colônia (RS), estruturada a partir da interação entre qualidade visual intrínseca e visibilidade regional. A metodologia baseou-se na construção de um Índice de Qualidade Visual (IQV), composto por cinco componentes: Espaço Físico (rugosidade do relevo – TRI), Espaço Azul (hidrografia), Espaço Verde (NDVI), Espaço Histórico e Espaço Antrópico. Os pesos foram definidos por meio do método Analytic Hierarchy Process (AHP), e o índice final foi obtido por combinação linear ponderada em ambiente SIG. Paralelamente, modelou-se a visibilidade in situ, considerando três zonas perceptivas (próxima, intermediária e distante), e a visibilidade ex situ, por meio da análise de viewshed e da delimitação de polígonos de Voronoi, permitindo mensurar a área de influência visual de cada geossítio. A integração entre IQV ponderado e visibilidade regional resultou em uma matriz analítica capaz de identificar diferentes regimes de expressão paisagística. Os resultados demonstram que o valor cênico não depende apenas da intensidade estética local, mas da sua capacidade de projeção no território. Foram reconhecidas quatro tipologias principais: geossítios panorâmicos dominantes (alto IQV e ampla visibilidade), panorâmicos locais (alto IQV e visibilidade restrita), enclausurados de alta qualidade interna (alto IQV e baixa projeção) e geossítios de expressão intermediária. Conclui-se que a abordagem bidimensional permite superar leituras uniescalares da paisagem, oferecendo instrumento replicável para planejamento territorial, gestão de geoparques e definição de prioridades de conservação, ao evidenciar como qualidade estética e alcance visual se articulam na estruturação da tessitura paisagística.

Palavras-chave: Tessitura da paisagem; Valor cênico; Índice de qualidade visual; Visibilidade territorial; Geoconservação.

ABSTRACT

Landscape can be understood as a relational weave that articulates physical, ecological, and cultural attributes, simultaneously configuring material support and perceptual experience. In the context of geoparks, although geosites are widely assessed in terms of their scientific and educational value, the scenic dimension still lacks integrated metrics capable of linking visual quality and territorial projection. This study proposes a bidimensional metric of scenic value applied to the Quarta Colônia Geopark (RS), structured through the interaction between intrinsic visual quality and regional visibility. The methodology was based on the construction of a Visual Quality Index (VQI), composed of five components: Physical Space (terrain ruggedness – TRI), Blue Space (hydrography), Green Space (NDVI), Historical Space, and Anthropogenic Space. Weights were defined using the Analytic Hierarchy Process (AHP), and the final index was calculated through weighted linear combination in a GIS environment. In parallel, in situ visibility was modeled considering three perceptual zones (near, intermediate, and distant), and ex situ visibility was assessed through viewshed analysis and the delimitation of Voronoi polygons, enabling the measurement of each geosite's visual area of influence. The integration of the weighted VQI and regional visibility resulted in an analytical matrix capable of identifying

different regimes of landscape expression. The findings demonstrate that scenic value depends not only on local aesthetic intensity but also on its capacity for territorial projection. Four main typologies were identified: dominant panoramic geosites (high VQI and wide visibility), local panoramic geosites (high VQI and restricted visibility), enclosed geosites with high internal quality (high VQI and low projection), and geosites of intermediate expression. It is concluded that the bidimensional approach overcomes uniscalar readings of landscape, providing a replicable tool for territorial planning, geopark management, and the definition of conservation priorities, by evidencing how aesthetic quality and visual reach interact in structuring the landscape weave.

Keywords: Landscape weave; Scenic value; Visual quality index; Territorial visibility; Geoconservation.

1 INTRODUÇÃO

A paisagem não pode ser reduzida à sua materialidade física; ela constitui, simultaneamente, forma e experiência. Mais do que um conjunto de elementos naturais organizados no espaço, a paisagem é uma construção perceptiva e cultural elaborada a partir da interação entre sujeito e ambiente. Para Yi-Fu Tuan (1974; 1977), a experiência espacial é sempre mediada por sentimentos, memórias e valores, sendo o lugar o resultado da transformação do espaço em algo dotado de significado. A paisagem, nesse contexto, configura-se como uma estrutura legível, na qual os componentes visíveis operam como signos de processos ecológicos, históricos e culturais subjacentes. Conforme argumenta Anne Spirn (1998), a paisagem possui uma linguagem própria, expressa por formas, padrões e fluxos que comunicam a interação entre natureza e sociedade ao longo do tempo. O olhar não apenas registra formas; ele as interpreta, organiza sentidos e estrutura pertencimentos.

Complementarmente, Augustin Berque (1990; 2000) define a paisagem como uma “mediação sensível e significativa entre o mundo e nós”, enfatizando seu caráter relacional e simbólico. A paisagem emerge da articulação entre uma base material — relevo, água, vegetação, usos do solo — e os sistemas culturais que permitem interpretá-la. Ela opera, portanto, em uma dualidade constitutiva: é estrutura ecológica e geomorfológica, mas também experiência vivida e representação social. Essa compreensão integrada desloca a paisagem de uma condição meramente descritiva para uma categoria analítica central no planejamento territorial contemporâneo.

Nas últimas décadas, a dimensão estética da paisagem deixou de ser entendida apenas como apreciação subjetiva ou contemplação artística, passando a ser reconhecida como componente essencial do bem-estar humano e da sustentabilidade territorial. Estudos na área de avaliação visual indicam que a qualidade estética pode ser compreendida como um serviço ecossistêmico cultural, associado à identidade, ao senso de lugar e à coesão social (Arriaza *et al.*, 2004; Parsons, Daniel, 2002). O valor cênico emerge da interação entre atributos biofísicos — como diversidade topográfica, presença de corpos d’água e cobertura vegetal — e processos perceptivos que organizam esses elementos em padrões dotados de significado. Conforme discutem Frank *et al.* (2013), a apreciação paisagística resulta da combinação entre complexidade estrutural, naturalidade e legibilidade visual, aproximando dimensões ecológicas e cognitivas.

Apesar desse avanço conceitual, a avaliação estética enfrenta um desafio metodológico persistente. Parte da literatura critica a dependência de julgamentos especializados considerados excessivamente subjetivos e de difícil replicabilidade (Lothian, 1999). Paralelamente, abordagens quantitativas baseadas em métricas espaciais concentram-se na descrição da estrutura física — fragmentação, conectividade, heterogeneidade — sem incorporar de forma explícita a experiência perceptiva (Frank *et al.*, 2013; Schirpke, Tasser, Tappeiner, 2013). Essa dissociação evidencia uma lacuna crítica: enquanto os Sistemas de Informação Geográfica permitem modelar padrões espaciais com alta precisão, os valores cênicos permanecem frequentemente tratados como atributos qualitativos ou acessórios.

No contexto brasileiro, essa lacuna é ainda mais evidente em estudos aplicados a geossítios, nos quais o foco recai predominantemente sobre valores científicos e didáticos, em detrimento das dimensões cênicas e culturais que articulam esses locais ao território. Em áreas como o Geoparque Mundial da UNESCO Quarta Colônia, no Rio Grande do Sul, onde geodiversidade, biodiversidade e patrimônio cultural se entrelaçam, a paisagem desempenha papel estruturador

da experiência territorial. A ausência de instrumentos técnicos que integrem qualidade visual, amplitude de visibilidade e presença territorial limita estratégias de planejamento, interpretação ambiental e conservação.

Diante desse cenário, torna-se necessário desenvolver métodos capazes de superar a dicotomia entre objetividade estrutural e subjetividade perceptiva no planejamento da paisagem (Frank *et al.*, 2013). Assim, este estudo parte do seguinte questionamento central: como operacionalizar a dimensão estética da paisagem por meio da integração entre atributos biofísicos e estrutura de visibilidade, construindo uma métrica espacialmente explícita de valor cênico aplicada a geossítios? Ao propor uma abordagem que articula índice de qualidade visual e modelagem de visibilidade, busca-se contribuir para a consolidação de instrumentos quantitativos aptos a fundamentar decisões de gestão e conservação paisagística. Ao integrar modelagem espacial e percepção visual, a proposta consolida um instrumento metodológico voltado à gestão e conservação paisagística de geossítios.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Da Geodiversidade à Estética: Ampliação dos Valores na Geoconservação

A geoconservação constitui o campo científico dedicado à identificação, proteção e gestão do patrimônio geológico, envolvendo estratégias sistemáticas de inventário, avaliação e conservação da geodiversidade (Brilha *et al.*, 2018). Conforme define José Brilha (2016), geossítios são áreas delimitadas que concentram elevado valor científico por registrarem processos geológicos relevantes, raros ou representativos. Contudo, o autor ressalta que o geopatrimônio não se restringe à dimensão científica: incorpora igualmente valores educativos, culturais e estéticos, fundamentais para sua legitimação social e territorial.

Historicamente, as políticas ambientais priorizaram a biodiversidade, relegando o substrato geológico à condição de suporte físico (Borba, 2011; Brilha, 2016; Gray, 2008a; 2008b). Essa hierarquização obscureceu o papel estruturador da geodiversidade na configuração das paisagens. O relevo, a litologia e os processos geomorfológicos moldam padrões ecológicos, condicionam a biodiversidade e influenciam diretamente a forma como os territórios são percebidos. Nesse sentido, a geodiversidade não é apenas base funcional, mas também matriz expressiva da paisagem.

A Convenção Europeia da Paisagem (2000) consolidou a compreensão da paisagem como “*parte do território, tal como percebida pelas populações*”, reconhecendo explicitamente sua dimensão sensível e cultural. No campo da geoconservação, essa perspectiva amplia o debate ao incorporar critérios estéticos e simbólicos à avaliação do patrimônio natural. Para Nieto (2024), o valor cultural refere-se ao reconhecimento histórico e identitário atribuído coletivamente aos elementos do meio físico, enquanto o valor estético está relacionado à expressividade formal da geomorfodiversidade — forma, cor, textura, escala e composição (Brilha, 2005).

A distinção entre valor científico e valor estético revela-se central. O primeiro fundamenta classificações técnicas e reconhecimentos formais; o segundo mobiliza pertencimento, identidade e apoio público (Borba, 2011). Essa distinção evidencia que a legitimação social da geoconservação depende não apenas de critérios técnicos, mas da capacidade de mobilização simbólica da paisagem. Geossítios visualmente marcantes não apenas revelam processos

geológicos complexos, mas também produzem impacto simbólico. A imponência de escarpas, a singularidade de formações rochosas ou a dramaticidade de vales profundos atuam como mediadores entre conhecimento científico e experiência sensível.

Autores como Simon Bell (2012) e Bourassa (1988) reforçam que a estética não é atributo superficial, mas expressão da organização estrutural da paisagem. Paisagens percebidas como belas tendem a apresentar coerência formal, legibilidade e integridade ecológica. A estética emerge, portanto, de padrões estruturais e processos funcionais, revelando a organização interna do território. Nesse contexto, a valorização estética torna-se componente estruturante da geoconservação contemporânea, articulando ciência, percepção e cultura no planejamento territorial.

2.2 Da Percepção à Mensuração: Modelos de Avaliação da Qualidade Visual

A incorporação da dimensão estética ao planejamento territorial impulsionou o desenvolvimento de abordagens quantitativas voltadas à avaliação da qualidade visual da paisagem. Tradicionalmente associada a julgamentos subjetivos, a beleza cênica passou a ser analisada sob a perspectiva perceptivo-cognitiva, que reconhece a interação entre atributos biofísicos e processamento humano da informação visual (Daniel, 2001; Antrop, 2005).

Daniel (2001) argumenta que a experiência estética resulta da relação entre propriedades formais do ambiente e esquemas cognitivos do observador. Antrop (2005), por sua vez, destaca que a paisagem contemporânea deve ser compreendida como palimpsesto cultural, no qual camadas históricas e ecológicas influenciam a leitura visual. Esses aportes reforçam a necessidade de integrar estrutura ecológica e percepção na avaliação paisagística.

Entre as contribuições metodológicas mais relevantes, destaca-se o trabalho de Swetnam, Harrison-Curran e Smith (2017), que propõe a operacionalização da estética como serviço ecossistêmico cultural por meio de modelos espaciais integrados. Tais abordagens estruturam-se em índices compostos que articulam variáveis físicos, hídricos, vegetacionais, históricos e antrópicos, permitindo representações espacialmente explícitas da qualidade visual.

O avanço dessas métricas reside na possibilidade de traduzir atributos dispersos da paisagem em sínteses comparáveis, reduzindo a dicotomia entre subjetividade e descrição ecológica. Ao reconhecer que heterogeneidade topográfica, presença de água e naturalidade influenciam a atratividade visual, esses modelos aproximam dimensões ecológicas e perceptivas. Ainda que não substituam processos participativos, ampliam a replicabilidade e a transparência das análises de valoração estética, fortalecendo sua inserção no planejamento. A mensuração não substitui a experiência, mas a traduz em linguagem operacional.

2.3 Da Forma à Experiência: Estrutura Visual e Campo Perceptivo da Paisagem

A paisagem, enquanto experiência, é inseparável da posição do observador no espaço. A estrutura perceptiva refere-se à organização visual do território tal como se apresenta a partir de determinados pontos de vista. Essa dimensão foi historicamente explorada no desenho paisagístico, desde as concepções de Frederick Law Olmsted no século XIX, nas quais a paisagem era concebida como sequência de enquadramentos e experiências visuais capazes de mediar sociedade e natureza.

No campo científico, Schirpke, Tasser e Tappeiner (2013) demonstraram que a beleza cênica pode ser analisada por meio da integração entre atributos biofísicos e padrões de visibilidade espacial. A análise de visibilidade permite compreender não apenas a composição interna da paisagem, mas sua projeção visual no território. A paisagem deixa de ser objeto estático e passa a ser entendida como campo visual estruturado.

A distância desempenha papel decisivo na experiência estética. A percepção de detalhes, texturas e cores varia conforme a proximidade, enquanto formas e silhuetas predominam em escalas mais amplas. Essa diferenciação espacial influencia intensidade, imersão e impacto visual. A estrutura perceptiva, portanto, articula presença, enquadramento e amplitude visual.

Autores como Richard Forman (1995) e Lyle (1994) reforçam que padrões, fluxos e conectividade influenciam não apenas processos ecológicos, mas também a leitura visual da paisagem. A organização espacial do território condiciona sua legibilidade. Assim, compreender a paisagem implica integrar forma, função e significado.

Nesse ponto, a paisagem deixa de ser apenas estrutura física e torna-se expressão sensível. O olhar desloca-se da forma isolada para o conjunto estruturado; da função ecológica para o sentido cultural. A estética emerge como síntese entre organização interna e experiência perceptiva, constituindo dimensão essencial na avaliação territorial contemporânea. Essa perspectiva fundamenta a adoção da modelagem de visibilidade como instrumento analítico capaz de traduzir a estrutura do campo perceptivo em parâmetros mensuráveis.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Construção do Índice de Qualidade Visual (IQV)

A avaliação cênica e estética dos 19 geossítios – fluviais/hidrológicos, geomorfológicos e litológicos/sedimentológicos - foi operacionalizada por meio da adaptação do modelo *Visual Quality Index (VQI)*, proposto por Swetnam, Harrison-Curran e Smith (2017), estruturando-se um índice sintético espacialmente explícito ajustado às especificidades morfoestruturais e à disponibilidade de dados do Geoparque Quarta Colônia (Figura 1). O Índice de Qualidade Visual (IQV) foi organizado a partir de cinco componentes estruturantes da paisagem: Espaço Físico, Espaço Azul, Espaço Verde, Espaço Histórico e Espaço Antrópico. Cada componente foi representado por um indicador mensurável, posteriormente reclassificado em escala ordinal de 1 a 5, permitindo a padronização multicritério e a integração das variáveis em uma base comum de comparação.

A ponderação dos componentes foi realizada por meio do método Analytic Hierarchy Process (AHP), conforme proposto por Saaty (1980), mediante a construção de uma matriz de comparação pareada 5×5. A atribuição dos pesos fundamentou-se na relevância de cada atributo para a experiência estética da paisagem, conforme indicado em estudos de avaliação visual (Arriaza et al., 2004; Ode et al., 2008), bem como em evidências que apontam a complexidade morfológica, a presença de água e a naturalidade como fatores estruturantes da preferência paisagística (Daniel, 2001; Frank et al., 2013).

Os pesos resultantes atribuíram maior relevância ao Espaço Físico (0,5028), seguido do Espaço Azul (0,2602), Espaço Verde (0,1343), Espaço Antrópico (0,0678) e Espaço Histórico (0,0348). A maior ponderação do Espaço Físico está alinhada à literatura que reconhece a diversidade

topográfica e a complexidade estrutural como elementos centrais na organização da cena visual. De forma complementar, a presença de corpos hídricos é recorrentemente associada a maiores níveis de atratividade cênica e restauração perceptiva, justificando sua elevada ponderação relativa. Elementos antrópicos impactantes tendem a reduzir a naturalidade percebida, enquanto componentes histórico-culturais contribuem positivamente quando visualmente legíveis e integrados à paisagem.

A consistência da matriz foi verificada por meio do Índice de Consistência (CI = 0,0607) e da Razão de Consistência (CR = 0,0542). Como o valor de CR foi inferior ao limite de 0,10 estabelecido por Saaty, a estrutura de pesos foi considerada consistente, assegurando robustez metodológica ao processo decisório. O IQV foi calculado por meio de combinação linear ponderada, expressa pela seguinte equação:

$$IQV = (0,5028 \times F) + (0,2602 \times A_z) + (0,1343 \times V) + (0,0348 \times H) + (0,0678 \times A_n),$$

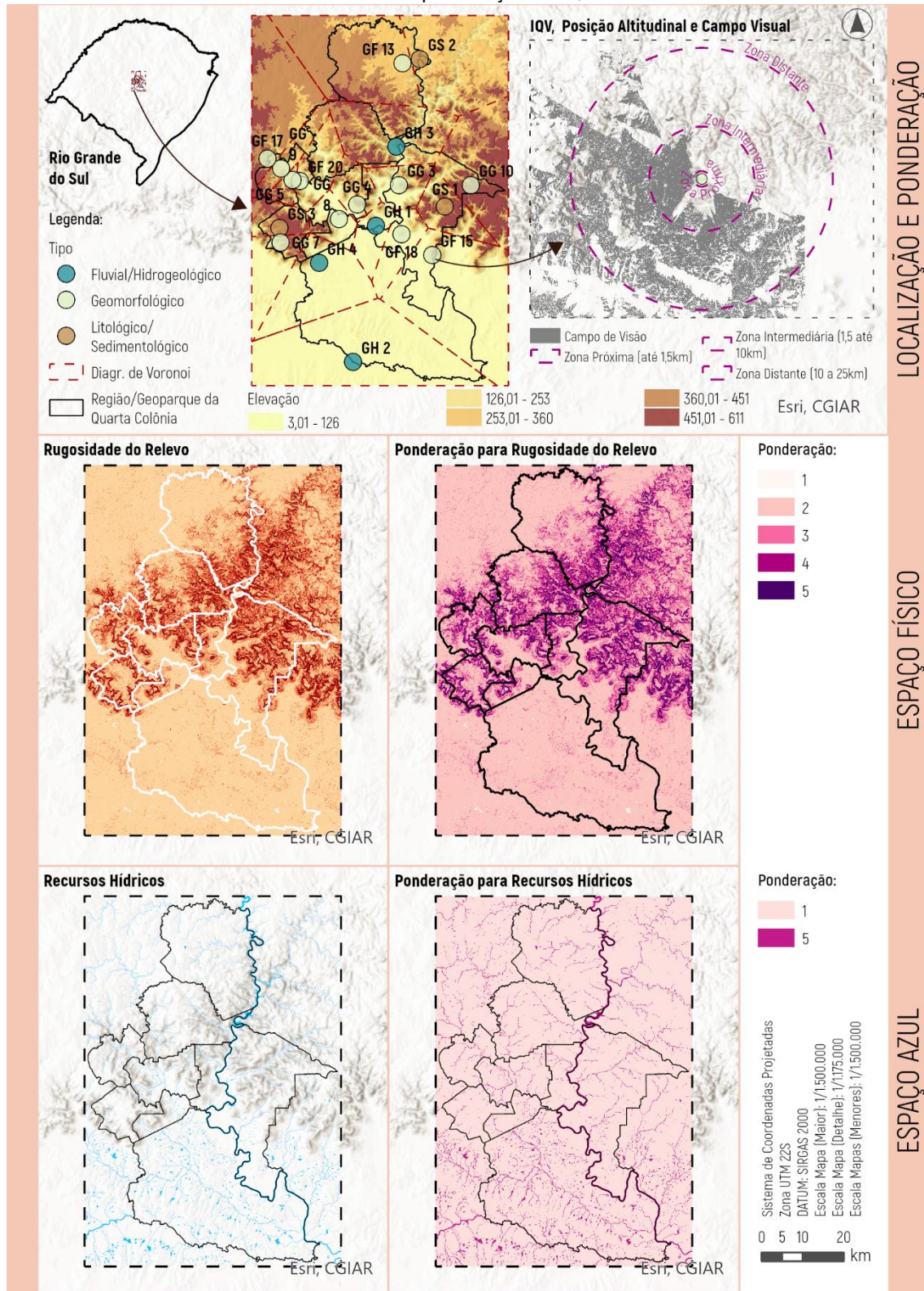
em que F corresponde à rugosidade do relevo (TRI), A_z à presença de corpos d'água, V ao NDVI médio, H aos elementos históricos e A_n aos elementos antrópicos, considerados de forma inversamente proporcional à qualidade visual.

O componente Espaço Físico foi representado pelo *Terrain Ruggedness Index* (TRI), conforme Riley *et al.* (1999), calculado a partir do *Copernicus DEM* com resolução espacial de 30 metros (Figura 1). A classificação dos valores foi realizada com base na média e no desvio padrão da área de estudo, assegurando padronização regional e evitando a adoção de limiares arbitrários. O Espaço Azul foi modelado como variável binária (presença/ausência) nas áreas visíveis, posteriormente convertida à escala ordinal (Figura 1). A opção por tratamento binário justifica-se pela forte influência perceptiva da presença de água na composição cênica, independentemente de sua extensão real.

O Espaço Verde foi representado pelo *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), calculado a partir de imagens multiespectrais *Sentinel-2* (*Copernicus*), considerando múltiplas datas ao longo de 2024 para mitigar efeitos sazonais (Figura 2). O Espaço Histórico foi incorporado a partir de sítios inventariados no âmbito do Geoparque, aplicando-se buffers de 1.000 metros em torno dos pontos cadastrados (Figura 2). A adoção desse raio fundamenta-se na literatura internacional sobre zonas de influência visual em contextos rurais, compatibilizando escala perceptiva e extensão territorial. Por fim, o Espaço Antrópico foi definido com base em dados do *OpenStreetMap*, *MapBiomas* e IBGE (2019), sendo tratado como variável de penalização, com pontuação invertida, de modo a refletir a interferência visual de infraestruturas e áreas edificadas na integridade paisagística (Figura 2).

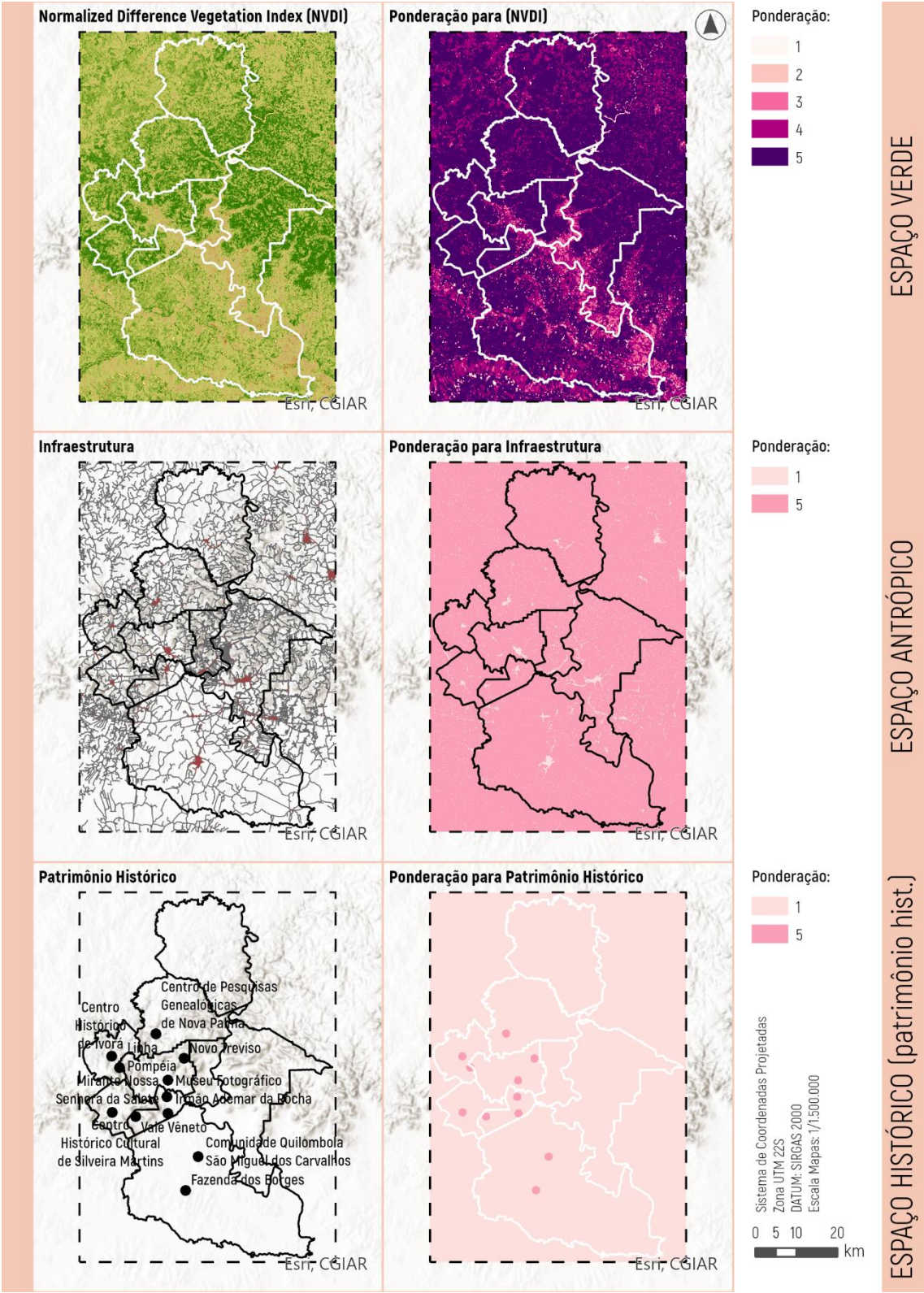
A etapa seguinte integrou IQV, campo visual e posição altitudinal, considerando que a experiência estética resulta da interação entre atributos visíveis e condições de percepção (Figura 1). A visibilidade foi modelada com a ferramenta *Geodesic Viewshed* (*ArcGIS*), utilizando o *Copernicus DEM* (30 m) e altura padrão do observador de 1,7 m. A definição das zonas de influência visual baseou-se na abordagem proposta por Schirpke, Tasser, Tappeiner (2013), segundo a qual diferentes faixas de distância condicionam modos distintos de apreensão da paisagem, sendo aqui adaptada à escala territorial e às condições morfoestruturais da área de estudo.

Figura 1: Localização do Geoparque Quarta Colônia, Espaço Físico (TRI), Espaço Azul (corpos d'água) e zonas de ponderação do IQV.



Fonte: elaborado pelos autores, 2026.

Figura 2: Componentes do IQV: Espaço Verde (NDVI), Antrópico e Histórico.



Fonte: elaborado pelos autores, 2026.

A Zona Próxima (até 1,5 km) corresponde ao domínio de maior impacto visual direto. Nessa faixa predominam a percepção de detalhes, texturas, contrastes cromáticos e elementos específicos da paisagem, como afloramentos rochosos, quedas d'água, formações vegetais e estruturas antrópicas. Trata-se da escala mais imersiva da experiência estética, em que a composição visual é mais rica em nuances e variações formais.

A Zona Intermediária (1,5 a 10 km) representa a faixa em que os elementos ainda são distinguíveis, mas com menor nível de detalhamento. Nessa escala, destacam-se formas reconhecíveis do relevo, mosaicos de uso do solo e grandes manchas de vegetação ou corpos hídricos. A leitura da paisagem torna-se mais sintética, privilegiando a organização espacial e as relações entre componentes.

A Zona Distante (10 a 25 km) corresponde ao campo visual panorâmico, no qual predominam volumes, silhuetas e a estrutura morfológica geral do relevo. A percepção concentra-se na leitura volumétrica e na configuração topográfica ampla, com menor identificação de elementos específicos. Essa faixa é fundamental para a apreciação cênica de mirantes e pontos elevados, onde a paisagem é apreendida como conjunto integrado.

Com base em Schirpke, Tasser, Tappeiner (2013), os valores médios do IQV em cada zona foram ponderados (48%, 32% e 20%, respectivamente), gerando um Índice de Qualidade Visual Ponderado, posteriormente normalizado (0–1) para fins comparativos. A maior ponderação atribuída à zona próxima fundamenta-se na literatura perceptiva, que reconhece maior intensidade sensorial e riqueza compositiva nas escalas de curta distância.

3.2 Análise de Visibilidade Ex Situ

A visibilidade *ex situ* foi avaliada por meio da delimitação das Áreas de Influência Visual (AIV), também denominadas *Zones of Visual Influence* (ZVI), com base na técnica de *viewshed analysis* (Fisher, 1991; Llobera, 2003). Diferentemente da análise *in situ*, centrada na experiência do observador localizado no geossítio, esta etapa considerou o geossítio como objeto visível no território, mensurando seu grau de exposição na paisagem circundante.

Para assegurar comparabilidade espacial entre as unidades analisadas e evitar sobreposição de áreas de influência, foram gerados polígonos de Voronoi a partir da localização dos geossítios (Okabe *et al.*, 2000). A malha territorial foi construída no *software ArcGIS Pro* (versão 3.3.2), por meio da ferramenta *Create Thiessen Polygons*, utilizando como limite de extensão o perímetro oficial do Geoparque Quarta Colônia. O território foi, assim, particionado em 19 unidades espaciais, cada uma associada a um geossítio. Essa divisão geométrica, baseada exclusivamente na proximidade entre pontos e calculada sem considerar relevo ou barreiras naturais, estabeleceu uma referência homogênea para análise e restringiu a modelagem de visibilidade ao interior de cada polígono.

A amostragem dos pontos de observação foi padronizada em densidade de um ponto por quilômetro quadrado, distribuídos em malha hexagonal no interior de cada unidade territorial (Voronoi) e a nível de paisagem da Quarta Colônia. Para cada ponto, aplicou-se a modelagem de visibilidade considerando o relevo como único fator limitante da linha de visada. O resultado foi expresso como a proporção da área visível dentro da respectiva AIV, posteriormente normalizada para permitir comparações relativas entre os geossítios.

Embora fundamentada em simplificações inerentes à modelagem digital — como a consideração exclusiva do relevo e a resolução espacial do DEM — a metodologia assegura consistência analítica e comparabilidade entre as unidades territoriais avaliadas.

4 RESULTADOS

4.1 Distribuição Espacial do Índice de Qualidade Visual (IQV)

A aplicação do IQV evidenciou heterogeneidade moderada na qualidade visual entre os geossítios do Geoparque Quarta Colônia (Figura 3; Quadro 1). Os valores variaram entre 1,6028 (GF 13 – Cascata da Ferreira) e 3,1241 (GH 3 – Mirante da Barragem de Dona Francisca), com média geral de 2,57 e coeficiente de variação de 19,81%, indicando diferenciação cênica significativa, porém sem extremos abruptos no conjunto analisado.

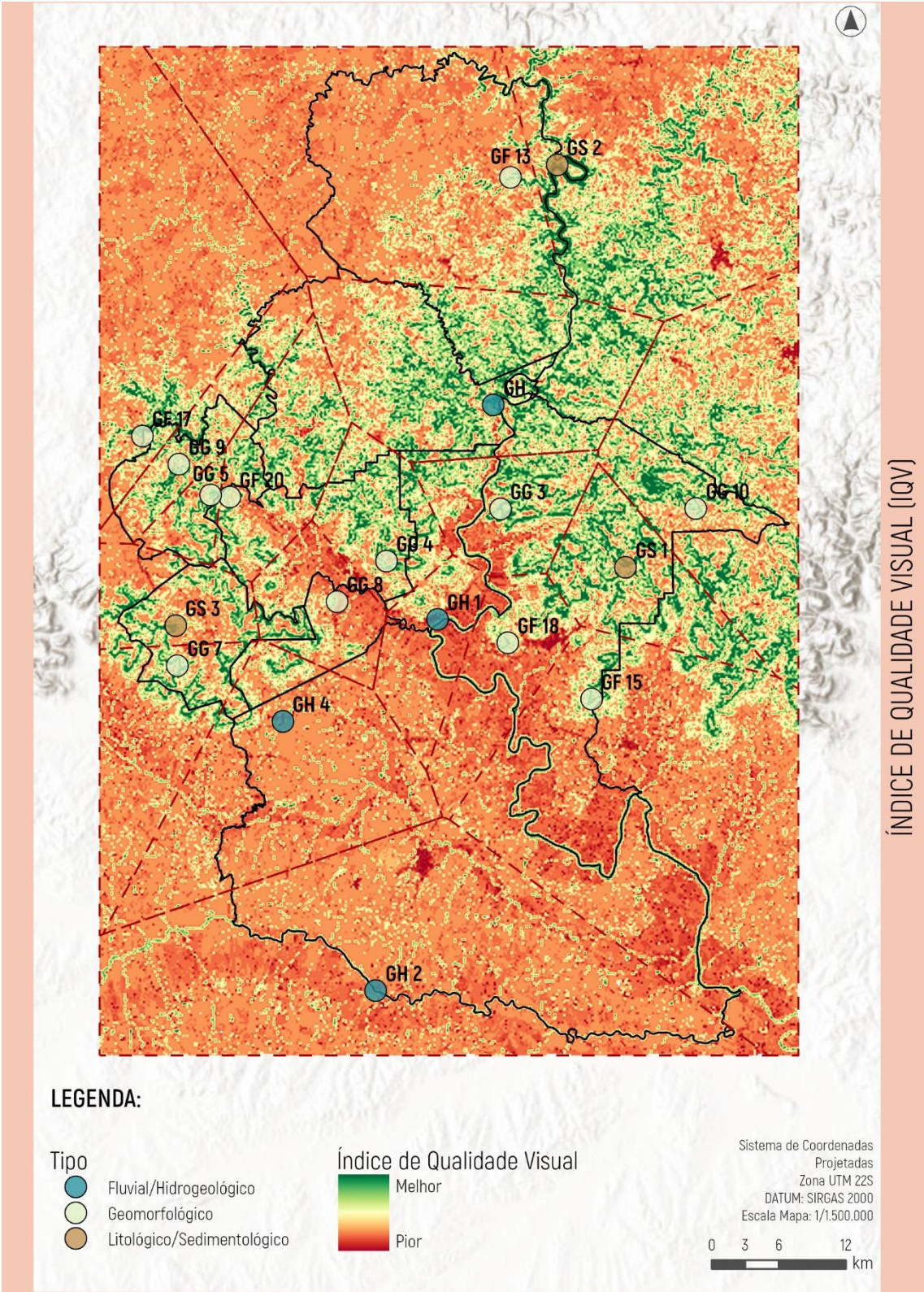
Quadro 1 – Valores médios do IQV por zona de influência visual e Índice de Qualidade Visual Ponderado nos geossítios do Geoparque Quarta Colônia.

CÓDIGO	GEOSSÍTIO	IQV ZP	IQV ZI	IQV ZD	IQV POND	IQV NORM
GH 1	Parque Obaldino Tessele	2,5799	2,7239	3,0252	2,7150	0,7311
GH 2	Passo das Tunas	2,4996	1,7739	0,0000	1,7675	0,1083
GH 3	Mirante da Barragem de Dona Francisca	3,0919	3,1740	3,1215	3,1241	1,0000
GH 4	Termas Romanas	2,1866	2,9221	3,1038	2,6054	0,6591
GG 3	Cerro da Igreja	3,2315	2,4179	2,3369	2,7922	0,7819
GG 4	Mirante Cerro Comprido	2,2979	2,3964	2,4083	2,3515	0,4922
GG 5	Parque Municipal Natural Monte Grappa	2,6968	2,8128	2,3707	2,6687	0,7007
GG 7	Monumento do Imigrante	3,2040	3,2947	0,0000	2,5922	0,6504
GG 8	Mirante do CAPPÁ	2,2675	2,5953	2,6464	2,4482	0,5557
GG 9	Cascata Cara de Índio	3,1571	3,3286	0,0000	2,5806	0,6427
GG 10	Gruta do Índio	3,3291	2,9339	0,0000	2,5368	0,6140
GF 13	Cascata da Ferreira	3,3391	0,0000	0,0000	1,6028	0,0000
GF 15	Cerro da Figueira	2,6509	2,3161	2,3382	2,4812	0,5774
GF 17	Cânions da Piruva	3,3230	3,1909	0,0000	2,6161	0,6661
GF 18	Morro Agudo	2,4705	2,3510	2,3650	2,4112	0,5314
GF 20	Gruta do Sítio Alto	2,9320	3,2054	0,0000	2,4331	0,5458
GS 1	Cascata Raddatz	3,3398	3,2915	0,0000	2,6564	0,6926
GS 2	Escarpas Alagadas	3,8801	3,8743	0,0000	3,1022	0,9856
GS 3	Cascata do Moinho	3,3166	3,4714	0,0000	2,7028	0,7231
PONDERAÇÃO:		0,48	0,32	0,20		

Fonte: elaborado pelos autores, 2026. Legenda: IQV ZP (zona próxima), IQV ZI (zona intermediária), IQV ZD (zona distante); IQV POND = índice ponderado; IQV NORM = valores normalizados em escala 0–1.

O geossítio GH 3 – Mirante da Barragem de Dona Francisca apresentou o maior valor cênico integrado (3,1241; normalização 1,0000), destacando-se pelo desempenho consistente nas três zonas de influência visual (3,09; 3,17; 3,12). Esse padrão revela uma paisagem equilibrada em múltiplas escalas, combinando visibilidade panorâmica, diversidade morfológica e presença hídrica expressiva.

Figura 3: Índice de Qualidade Visual.



Fonte: elaborado pelos autores, 2026.

De forma semelhante, GS 2 – Escarpas Alagadas (3,1022; 0,9856) apresentou valores elevados nas zonas próxima (3,88) e intermediária (3,87), ainda que sem contribuição na zona distante. O resultado demonstra que a qualidade visual integrada pode ser elevada mesmo na ausência de vistas de longa distância, desde que haja forte expressividade morfoestrutural e presença hídrica nas escalas de maior peso perceptivo.

Geossítios como GS 3 – Cascata do Moinho, GH 1 – Parque Obaldino Tessele e GG 5 – Parque Natural Monte Grappa apresentaram desempenho acima da média (entre 2,66 e 2,71), caracterizando-se por elevada rugosidade do relevo, cobertura vegetal densa e baixa interferência antrópica. Nesses casos, a qualidade visual está fortemente associada à interação entre relevo acidentado e matriz verde contínua.

Por outro lado, alguns geossítios evidenciam padrão de visibilidade restrita. GF 13 – Cascata da Ferreira, que apresentou o menor valor ponderado (1,6028; normalização 0,0000), obteve contribuição apenas na zona próxima (3,33), com ausência total nas zonas intermediária e distante. Esse comportamento indica ambiente visualmente enclausurado, no qual a experiência estética ocorre predominantemente em escala local, com limitada inserção no campo visual ampliado.

Situação semelhante é observada em GG 9 – Cascata Cara de Índio, GF 17 – Cânions da Piruva, GF 20 – Gruta do Sítio Alto e GG 10 – Gruta do Índio, que apresentam valores nulos na zona distante. Nesses casos, a morfologia local favorece experiências imersivas e de proximidade, mas reduz a contribuição para vistas panorâmicas integradas.

A análise integrada indica que os geossítios com maior valor cênico são aqueles que combinam:

- elevada rugosidade topográfica (TRI elevado);
- presença de corpos d'água;
- cobertura vegetal expressiva (NDVI alto);
- ampla abertura visual nas zonas próxima e intermediária.

Já os geossítios com menor desempenho tendem a apresentar:

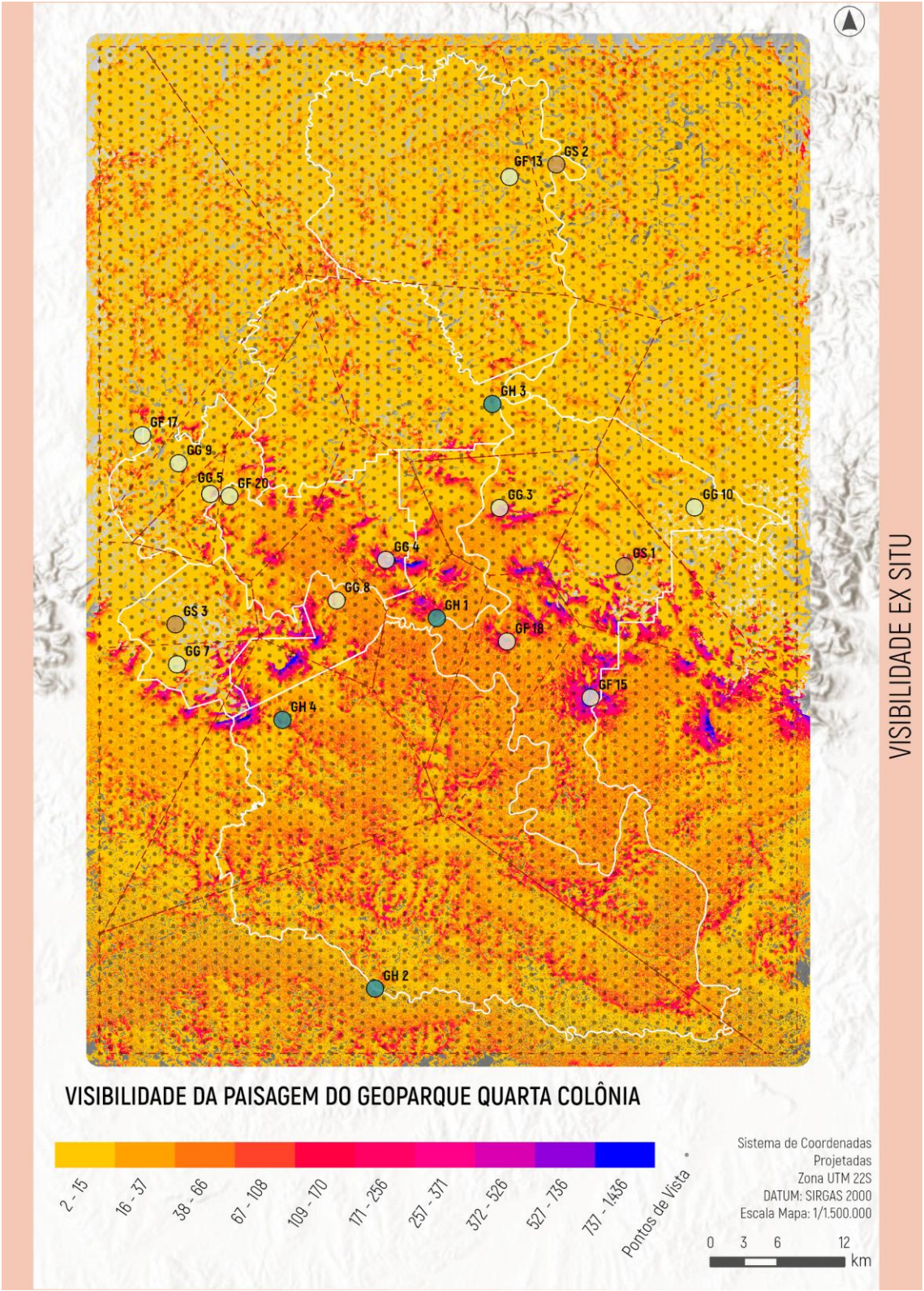
- visibilidade restrita a curtas distâncias,
- menor diversidade morfológica perceptível,
- ou maior interferência antrópica.

Assim, os resultados evidenciam que a qualidade visual no território não depende exclusivamente da visibilidade de longa distância, mas da consistência morfológica e ecológica nas escalas perceptivas de maior peso.

4.2 Padrões de Presença Visual Ex Situ

A análise de visibilidade ex situ evidenciou contrastes significativos na presença territorial dos geossítios no contexto do Geoparque Quarta Colônia (Figura 4). As diferenças observadas não se relacionam diretamente à extensão das áreas de influência (polígonos de Voronoi), mas sobretudo à posição topográfica e ao contraste altimétrico de cada ponto em relação ao entorno.

Figura 4: Modelagem de visibilidade ex situ na paisagem e nos polígonos de Voronoi.



Fonte: elaborado pelos autores, 2026.

Quadro 2 – Resultados da visibilidade ex situ dos geossítios, com proporções normalizadas em relação às respectivas áreas de influência (polígonos de Voronoi) e ao recorte regional da paisagem.

CÓDIGO	GEOSSÍTIO	PONTOS (km ²)	VIS. ExS	MAX VIS.	PROP.	NORM. PROP	VIS. PAI.	NORM. PAI.
GH 1	Parque Obaldino Tessele	107	4	91	0,0439	0,0615	29	0,0202
GH 2	Passo das Tunas	806	0	299	0,0000	0,0000	0	0,0000
GH 3	Mirante da Barragem de Dona Francisca	390	26	68	0,3824	0,5353	35	0,0244
GH 4	Termas Romanas	377	5	261	0,0196	0,0274	9	0,0063
GG 3	Cerro da Igreja	130	15	56	0,2678	0,3750	284	0,1977
GG 4	Mirante Cerro Comprido	117	0	31	0,0000	0,0000	540	0,3760
GG 5	Parque Municipal Natural Monte Grappa	39	9	16	0,5625	0,7874	28	0,0195
GG 7	Monumento do Imigrante	184	2	106	0,0189	0,0265	1	0,0007
GG 8	Mirante do CAPPÁ	108	19	67	0,2836	0,3970	81	0,0564
GG 9	Cascata Cara de Índio	110	0	21	0,0000	0,0000	0	0,0000
GG 10	Gruta do Índio	418	1	54	0,0185	0,0259	1	0,0007
GF 13	Cascata da Ferreira	583	0	103	0,0000	0,0000	0	0,0000
GF 15	Cerro da Figueira	747	97	517	0,1876	0,2626	726	0,5056
GF 17	Cânions da Piruva	425	1	105	0,0095	0,0133	1	0,0007
GF 18	Morro Agudo	139	80	112	0,7143	1,0000	771	0,5369
GF 20	Gruta do Sítio Alto	162	2	50	0,0400	0,0560	5	0,0035
GS 1	Cascata Raddatz	158	5	24	0,2917	0,2917	5	0,0035
GS 2	Escarpas Alagadas	529	2	107	0,0262	0,2662	2	0,0014
GS 3	Cascata do Moinho	109	0	26	0,0000	0,0000	0	0,0000
Paisagem Quarta Colônia		1436						

Fonte: elaborado pelos autores, 2026. Legenda: Vis. ExS = número de células do geossítio visíveis a partir de pontos externos; Max. Vis. = valor máximo de visibilidade possível no respectivo polígono de Voronoi; Prop. = razão entre visibilidade observada e máxima; Norm. Prop. = proporção normalizada (0–1); Vis. Pais. = visibilidade no recorte total da paisagem; Norm. Pais. = valor normalizado em escala regional (0–1).

Os maiores valores de visibilidade regional foram registrados em geossítios situados em posições topográficas dominantes (Quadro 2). O GF 18 – Morro Agudo apresentou o maior índice proporcional normalizado (1,0000) e o maior valor de visibilidade no recorte regional da paisagem (771 pontos), evidenciando forte proeminência morfológica e ampla linha de visada. De modo semelhante, o GF 15 – Cerro da Figueira registrou elevada presença regional (726 pontos), reforçando a importância da altitude relativa como condicionante da exposição visual.

Em contraste, geossítios localizados em fundos de vale ou em áreas fortemente encaixadas apresentaram visibilidade restrita ou nula. É o caso de GH 2 – Passo das Tunas, GG 9 – Cascata Cara de Índio, GF 13 – Cascata da Ferreira e GS 3 – Cascata do Moinho, que registraram ausência de visibilidade direta dentro de seus respectivos Voronoi. Esses resultados indicam caráter cênico predominantemente interno, com experiências estéticas concentradas na escala local e baixa projeção territorial.

Os dados demonstram que a dimensão da área de influência não determina, por si só, o grau de visibilidade. O GH 2 – Passo das Tunas, apesar de possuir uma das maiores áreas de Voronoi (805 km²), apresentou visibilidade nula. Em contraposição, o GF 18 – Morro Agudo, com área

significativamente menor (139 km²), alcançou os maiores índices regionais. Esse contraste evidencia que a proeminência topográfica supera a extensão territorial como fator explicativo da presença visual.

Outro aspecto relevante é a distinção entre visibilidade do ponto específico e visibilidade estrutural do território circundante. O GG 4 – Mirante Cerro Comprido, por exemplo, não apresentou visibilidade direta do geossítio (valor nulo no próprio Voronoi), mas registrou elevado valor regional (540 pontos). Esse resultado sugere que o polígono abriga elementos topográficos dominantes, ainda que o ponto específico não seja o principal foco visual.

De forma geral, a visibilidade ex situ revela dois padrões territoriais distintos:

- geossítios de forte projeção regional, associados a altitudes relativas elevadas e morfologias dominantes;
- geossítios de caráter imersivo, com impacto concentrado na experiência local e baixa inserção no campo visual ampliado.

Essas distinções são fundamentais para o planejamento territorial, pois indicam diferentes potenciais para interpretação paisagística, valorização turística e estratégias de geoconservação.

4.3 Integração entre Qualidade Visual (IQV) e Visibilidade Ex Situ: Tipologia Cênica dos Geossítios

A integração entre o desempenho estético in situ (IQV ponderado) e a projeção territorial ex situ (visibilidade regional) permitiu estruturar uma matriz bidimensional de análise, na qual cada geossítio passa a ser posicionado segundo dois eixos complementares: (i) intensidade perceptiva interna e (ii) alcance espacial da presença visual.

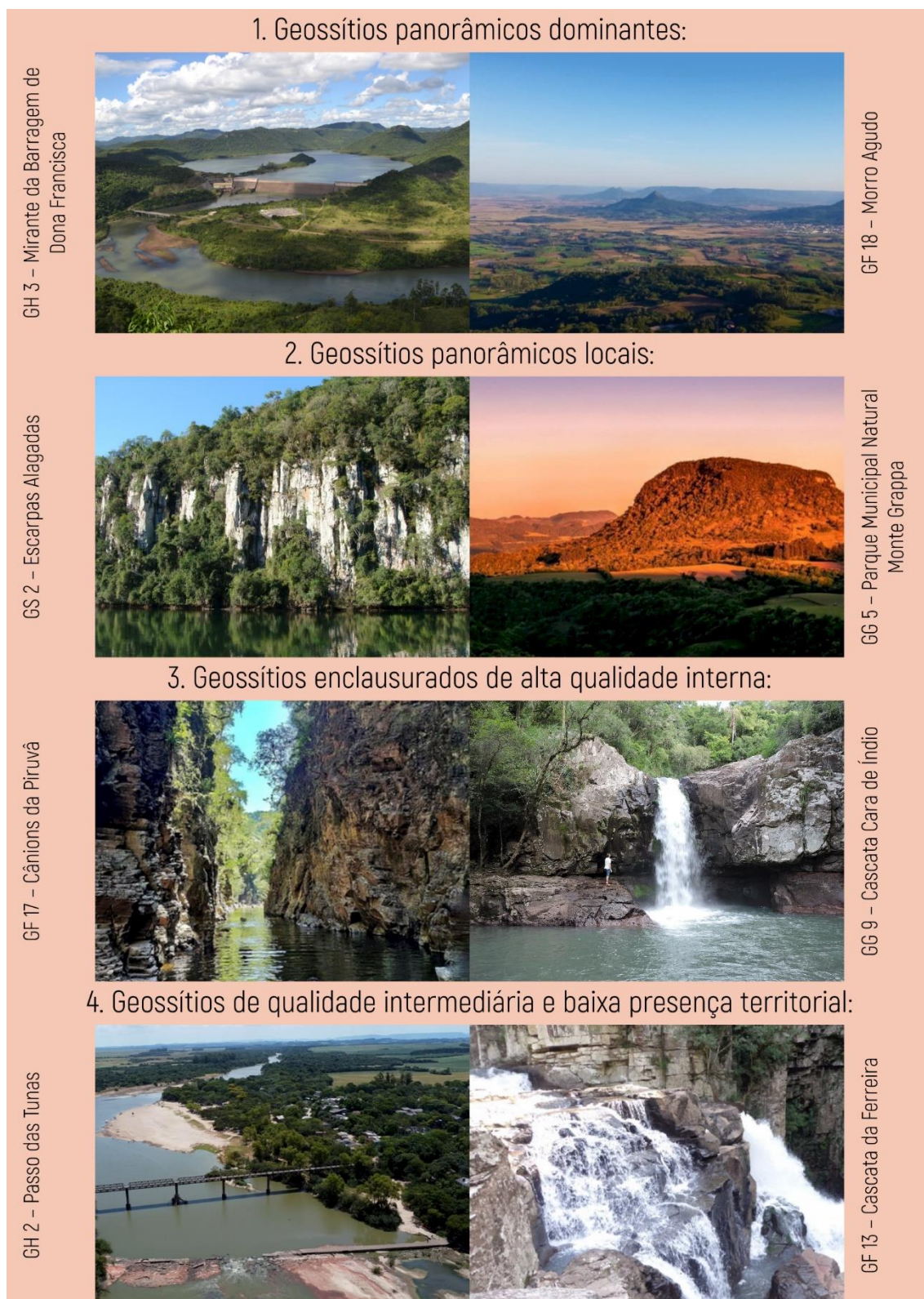
Essa leitura cruzada evidencia que o valor cênico não decorre exclusivamente da qualidade compositiva observada no local, nem apenas da dominância visual no território ampliado, mas da combinação entre ambas as dimensões. A partir dessa matriz IQV × Visibilidade, foram reconhecidos quatro padrões cênicos principais, definidos pelas diferentes articulações entre profundidade estética interna e projeção territorial externa. A partir dessa integração, foram reconhecidos quatro padrões cênicos principais:

1. Geossítios panorâmicos dominantes:

Caracterizam-se pela combinação de elevado IQV ponderado (dimensão in situ) e alta visibilidade regional (dimensão ex situ). Reúnem intensidade estética e ampla projeção espacial, configurando nós estruturadores da paisagem regional. Destacam-se o GH 3 – Mirante da Barragem de Dona Francisca, com o maior IQV integrado (3,1241; 1,0000) e expressiva visibilidade regional, e o GF 18 – Morro Agudo, que apresenta a maior presença visual territorial (norm. paisagem = 0,5369). Ambos ocupam posições de proeminência topográfica, com forte contraste altimétrico e extensos campos visuais. Nesses casos, a experiência estética associa qualidade compositiva e domínio espacial, conferindo a esses pontos papel estratégico na orientação territorial e na consolidação da identidade paisagística regional.

2. Geossítios panorâmicos locais:

Figura 5: Tipologia cênica dos geossítios (IQV POND × Visibilidade *ex situ*).



Fonte: elaborado pelos autores, 2026.

Apresentam alto desempenho estético *in situ* nas zonas próxima e intermediária do IQV, mas visibilidade *ex situ* moderada ou restrita. São paisagens de forte impacto perceptivo imediato, cuja influência territorial é mais circunscrita. O GS 2 – Escarpas Alagadas (3,1022; 0,9856) ilustra esse padrão: elevada qualidade visual nas escalas de maior peso perceptivo, mas presença regional reduzida. De modo semelhante, o GG 5 – Parque Municipal Natural Monte Grappa combina boa qualidade estética com visibilidade significativa no recorte local, porém menor projeção no território ampliado. Esses geossítios configuram referências cênicas de escala intermediária, atuando como marcos locais, mas sem assumir centralidade estrutural na organização morfológica regional.

3. Geossítios enclausurados de alta qualidade interna:

Caracterizam-se por elevado desempenho estético *in situ*, especialmente na zona próxima do IQV, associado a visibilidade *ex situ* limitada ou nula. Em geral, situam-se em fundos de vale ou áreas encaixadas, protegidas por barreiras topográficas. O GF 17 – Cânions da Piruva e o GG 9 – Cascata Cara de Índio exemplificam esse padrão. Ambos apresentam valores expressivos na zona próxima do IQV, indicando elevada qualidade estética interna, porém baixa projeção territorial. Nesses casos, o valor cênico decorre da intensidade da experiência imersiva. São paisagens de caráter introspectivo, cuja relevância está associada à profundidade perceptiva e à relação direta entre observador e ambiente imediato, e não à sua dominância visual regional.

4. Geossítios de qualidade intermediária e baixa presença territorial:

Reúnem desempenho moderado ou reduzido tanto na dimensão *in situ* (IQV) quanto na dimensão *ex situ* (visibilidade regional), apresentando inserção mais discreta na estrutura territorial. O GH 2 – Passo das Tunas, apesar de sua ampla área de influência potencial, apresentou visibilidade nula combinada a IQV intermediário. De forma semelhante, o GF 13 – Cascata da Ferreira registrou o menor IQV ponderado (1,6028; 0,0000) e ausência de visibilidade regional. Esses casos evidenciam que a ausência de proeminência topográfica e de contraste morfológico reduz simultaneamente a intensidade estética integrada e a presença territorial.

5 DISCUSSÃO: A MÉTRICA BIDIMENSIONAL DO VALOR CÊNICO

Os resultados obtidos permitem avançar para além da descrição de padrões cênicos, propondo uma leitura integrada do valor paisagístico no território. A análise evidencia que a qualidade visual não é proporcional à projeção territorial, indicando que o valor cênico não pode ser reduzido nem à estrutura física isolada nem à percepção subjetiva desvinculada da espacialidade.

O valor emerge da interação entre intensidade estética — expressa pelo IQV — e amplitude espacial — definida pela modelagem de visibilidade *ex situ* — configurando distintos regimes de expressão paisagística.

Esse achado responde diretamente à lacuna apontada por Frank *et al.* (2013), ao superar a dicotomia entre abordagens periciais e modelos puramente perceptivos. Ao converter atributos biofísicos em métricas quantificáveis e articulá-los à estrutura do campo visual, a pesquisa demonstra que a dimensão estética pode ser tratada como variável territorialmente estruturada.

Os resultados indicam que a posição topográfica e o contraste altimétrico são determinantes para a presença regional dos geossítios, corroborando os modelos de visibilidade espacial discutidos por Schirpke, Tasser, Tappeiner (2013). Em contrapartida, a rugosidade do relevo, a presença hídrica e a cobertura vegetal mostraram-se decisivas para a qualidade visual intrínseca, em consonância com as interpretações de Swetnam, Harrison-Curran e Smith (2017), sobre complexidade visual.

Essa distinção reforça empiricamente a perspectiva de Brilha (2016), segundo a qual o substrato geológico e a geomorfodiversidade não apenas sustentam processos naturais, mas moldam a própria expressividade estética das paisagens.

A articulação entre conteúdo visual e estrutura de visibilidade revela uma tessitura paisagística hierarquizada, composta por pontos dominantes, referências locais e espaços imersivos. Tal organização reafirma empiricamente a concepção de paisagem como mediação sensível proposta por Berque e dialoga com a noção de lugar como constructo experiencial apresentada por Tuan, ao demonstrar que a presença territorial influencia a formação de marcos mentais coletivos.

Do ponto de vista metodológico, a integração entre IQV e *viewshed* consolida uma métrica bidimensional do valor cênico, capaz de distinguir intensidade perceptiva e projeção territorial como dimensões complementares. Essa abordagem supera leituras exclusivamente morfológicas ou exclusivamente perceptivas, oferecendo um modelo analítico replicável em outros contextos de geoparques e paisagens protegidas.

Como limitação, reconhece-se que a modelagem de visibilidade considerou predominantemente a morfologia do relevo, podendo subestimar obstruções temporais associadas à cobertura vegetal ou transformações antrópicas futuras. Investigações posteriores poderão incorporar simulações dinâmicas e avaliações participativas para ampliar a validação perceptiva do modelo.

Ainda assim, ao operacionalizar a dimensão estética por meio de uma matriz espacialmente explícita, o estudo avança na consolidação do valor cênico como variável mensurável e estrategicamente relevante para o planejamento territorial e a geoconservação.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo demonstrou que o valor cênico dos geossítios não decorre apenas da qualidade visual intrínseca nem exclusivamente de sua projeção territorial, mas da interação entre intensidade estética e amplitude espacial. Ao integrar o Índice de Qualidade Visual (IQV) à modelagem de visibilidade *ex situ*, foi possível construir uma métrica bidimensional capaz de distinguir regimes diferenciados de expressão paisagística no território do Geoparque Quarta Colônia.

A tipologia resultante evidencia que geossítios podem assumir funções distintas na tessitura territorial, atuando como marcos dominantes, referências locais ou espaços imersivos. Essa diferenciação amplia o escopo da geoconservação ao incorporar a dimensão estética como componente mensurável e estrategicamente relevante no planejamento.

Do ponto de vista metodológico, o estudo contribui ao operacionalizar a dimensão estética por meio de uma matriz espacialmente explícita, superando a dicotomia entre subjetividade perceptiva e modelagem estrutural. Ao articular atributos biofísicos e campo visual, a

abordagem reforça a necessidade de considerar a paisagem como sistema integrado de forma, percepção e identidade.

Os resultados apresentados derivam de investigação desenvolvida no âmbito de dissertação de mestrado, cuja continuidade prevê o aprofundamento das análises por meio da aplicação de técnicas de agrupamento multivariado e da integração entre atributos cênico-estéticos e atributos ecológicos mapeados concomitantemente no território. Essa ampliação permitirá avançar na compreensão sistêmica das relações entre geodiversidade, qualidade visual e estrutura ecológica, fortalecendo a base técnico-científica para o planejamento territorial em geoparques e consolidando a paisagem como eixo articulador entre conservação, identidade e desenvolvimento.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTROP, M. Why landscapes of the past are important for the future. *Landscape and Urban Planning*, [S.l.], v. 70, n. 1–2, p. 21–34, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.10.002>.
- ARRIAZA, M.; CAÑAS-ORTEGA, J. F.; CAÑAS-MADUEÑO, J. A.; RUIZ-AVILÉS, P. Assessing the visual quality of rural landscapes. *Landscape and Urban Planning*, Amsterdam, v. 69, n. 1, p. 115–125, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.10.029>.
- BELL, S. *Landscape: pattern, perception and process*. 2. ed. London: Routledge, 2012.
- BERQUE, A. *Écoumène: introduction à l'étude des milieux humains*. Paris: Belin, 2000.
- BERQUE, A. *Médiance: de milieux en paysages*. Montpellier: GIP Reclus, 1990.
- BORBA, A. W. Geodiversidade e geopatrimônio como bases para estratégias de geoconservação. *Pesquisas em Geociências*, [S.l.], v. 38, n. 1, p. 3–13, 2011. DOI: <https://doi.org/10.22456/1807-9806.23832>.
- BOURASSA, S. C. Toward a theory of landscape aesthetics. *Landscape and Urban Planning*, [S.l.], v. 15, n. 3, p. 241–252, 1988. DOI: [https://doi.org/10.1016/0169-2046\(88\)90048-5](https://doi.org/10.1016/0169-2046(88)90048-5).
- BRILHA, J. *Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica*. Braga: Palimage, 2005.
- BRILHA, J. Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review. *Geoheritage*, v. 8, n. 2, p. 119–134, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12371-014-0139-3>.
- DANIEL, T. C. Whither scenic beauty? Visual landscape quality assessment in the 21st century. *Landscape and Urban Planning*, v. 54, n. 1–4, p. 267–281, 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(01\)00141-4](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(01)00141-4).
- FISHER, P. F. First experiments in viewshed uncertainty: the accuracy of the viewshed area. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, v. 57, n. 10, p. 1321–1327, 1991.

FORMAN, R. T. T. *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

FRANK, S.; FÜRST, C.; KOSCHKE, L.; WITT, A.; MAKESCHIN, F. Assessment of landscape aesthetics. *Ecological Indicators*, v. 32, p. 222–231, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.03.026>.

GRAY, M. Geodiversity: developing the paradigm. *Earth-Science Reviews*, v. 119, n. 3–4, p. 287–298, 2008a. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0016-7878\(08\)80307-0](https://doi.org/10.1016/S0016-7878(08)80307-0).

GRAY, M. Geodiversity: a new paradigm for valuing and conserving geoheritage. *Geoscience Canada*, v. 35, n. 2, p. 49–98, 2008b.

LLOBERA, M. Extending GIS-based visual analysis: the concept of visualsapes. *International Journal of Geographical Information Science*, v. 17, n. 1, p. 25–48, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1080/713811741>.

LOTHIAN, A. Landscape and the philosophy of aesthetics. *Landscape and Urban Planning*, v. 44, n. 4, p. 177–198, 1999. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(99\)00019-5](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(99)00019-5).

LYLE, J. T. *Regenerative design for sustainable development*. New York: John Wiley & Sons, 1994.

NIETO, L. M. Geodiversity as a tool for nature conservation. In: *Current perspectives on applied geomorphology*. London: IntechOpen, 2024. DOI: 10.5772/intechopen.109010.

ODE, Åsa; TVEIT, Mari S.; FRY, Gary. Capturing landscape visual character using indicators: touching base with landscape aesthetic theory. *Landscape Research*, [S.l.], v. 33, n. 1, p. 89–117, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1080/01426390701773854>.

OKABE, A. *et al. Spatial tessellations: concepts and applications of Voronoi diagrams*. 2. ed. Chichester: Wiley, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1002/9780470317013>.

PARSONS, R.; DANIEL, T. C. Good looking: in defense of scenic landscape aesthetics. *Landscape and Urban Planning*, v. 60, n. 1, p. 43–56, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(02\)00051-8](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(02)00051-8).

RILEY, S. J.; DEGLORIA, S. D.; ELLIOT, R. A terrain ruggedness index that quantifies topographic heterogeneity. *Intermountain Journal of Sciences*, v. 5, n. 1–4, p. 23–27, 1999.

SAATY, T. L. *The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation*. New York: McGraw-Hill, 1980.

SCHIRPKE, U.; TASSER, E.; TAPPEINER, U. Predicting scenic beauty of mountain regions. *Landscape and Urban Planning*, v. 111, p. 1–12, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.11.010>.

SPIRN, Anne Whiston. *The language of landscape*. New Haven; London: Yale University Press, 1998.

SWETNAM, R. D.; HARRISON-CURRAN, S. K.; SMITH, G. R. Quantifying visual landscape quality in rural Wales. *Ecosystem Services*, Amsterdam, v. 26, p. 451–464, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.11.004>.

TUAN, Y.-F. *Space and place: the perspective of experience*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1977.

TUAN, Y.-F. *Topophilia: a study of environmental perceptions, attitudes, and values*. New York: Columbia University Press, 1974.