

# **PLANO DIRETOR**

# **CANELA**

**ETAPA 4 \_ PROPOSTA PRELIMINAR**  
**VOLUME II**





# **ETAPA 4 - PROPOSTA PRELIMINAR**

## **PLANO DIRETOR DE CANELA/RS**



## **PREFEITURA MUNICIPAL DE CANELA**

Prefeito

Constantino Orsolin

### **Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo - SMMAU**

Secretário

Leandro Heidtmann

#### **FISCAIS DO PROJETO**

Elisabeth Scheele Queiroga

Fernanda Maurer Portella

Carina Rodolfi Boeira Rizzo



AGOSTO DE 2024

## **FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT**

Presidente

Prof. Dr. André Zingano

### **EQUIPE TÉCNICA**

#### **NÚCLEO DE TECNOLOGIA URBANA**

Coordenação

Prof. Dr. Benamy Turkienicz,

Arq. Miguel del Río Francos, Gerente Técnico

Arq. Urb. Me. Juliana Lombard Souza

Arq. Urb. Pietro Marcos Rodrigues

Arq. Urb. Me. Dany Delfim Silbermann

Arq. Urb. Fausto Isolan

Acad. Arq. Urb. Júlia Araújo Neis

Acad. Arq. Urb. Luiza Coimbra Alfonso

Acad. Arq. Urb. Mariana Vaccari Batista

Acad. Arq. Urb. Lívia Alexia de Souza

Acad. Arq. Urb. Caetano Eduardo Echeverria  
Baggio

#### **CONSULTORIA JURÍDICA**

Dra. Vanêscas Buzelato Prestes

#### **LABMODEL-RAZ-IGEO-UFRGS**

Profa. Dra. Tatiana Silva

Me. Iporã Brito Possanti

#### **NESH-IPH**

Prof. Dr. Joel Goldenfum

Prof. Dr. Fernando Dornelles

Prof. Dr. Salatiel Wohlmuth da Silva

#### **LABCON-UFRGS**

Prof. Dr. Roni Anzolch

#### **LASTRAN-UFRGS**

Prof. Dr. Fernando Michel

Eng. Me. Mariana Lovato dos Santos

Eng. Giovana Facchini

#### **NITEC-UFRGS**

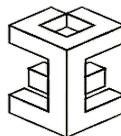
Prof. Dr. Paulo Antônio Zawislak

Prof. Me. Guilherme Freitas Cambuim

Me. Carlai Netto

Dra. Ariane Ávila

Dra. Denise Barbieux



**FUNDAÇÃO  
LUIZ ENGLERT**



# SUMÁRIO

## SUMÁRIO

<b>ANEXO I - INDICADORES DE DESEMPENHO</b>	<b>13</b>
<b>ANEXO II - PLANOS, PROGRAMAS E PROJETOS</b>	<b>120</b>
<b>ANEXO III - CAPACIDADE DE SUPORTE DOS CURSOS D'ÁGUA</b>	<b>131</b>
<b>ANEXO IV - SUSCETIBILIDADE AMBIENTAL</b>	<b>143</b>



# **ANEXO I**

# **INDICADORES DE DESEMPENHO**



# 1. INDICADORES DE DESEMPENHO

Indicadores de desempenho urbano e ambiental são ferramentas utilizadas para medir e avaliar o progresso, eficiência e impactos das atividades urbanas em relação aos aspectos socioeconômicos, ambientais e de qualidade de vida de uma cidade ou território. Esses indicadores são métricas quantitativas e qualitativas que permitem acompanhar e monitorar diferentes aspectos do desenvolvimento urbano e ambiental, fornecendo informações objetivas e comparáveis ao longo do tempo.

O desenvolvimento dos indicadores propostos foi baseado em uma ampla gama de referências, sendo as principais: Sistemas de Certificação como BREEAM Communities e LEED Cidades, protocolos do Urbanismo Ecológico da Agência de Ecologia Urbana de Barcelona, do City Prosperity Index (CPI-INDEX) da UN-HABITAT10 e do Emerging and Sustainable Cities Initiative (ESCI) do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) além do Índice de Caminhabilidade do ITDP (Instituto de Políticas de Transporte & Desenvolvimento).

Os indicadores propostos vinculam-se, principalmente, às Estratégias de Ação do Plano Diretor, nomeadamente as de Mobilidade, Ambiente Natural e Bem Estar Socioeconômico. A metodologia de estruturação dos indicadores propostos pelo NTU é baseada em um sistema de avaliação de cinco grandes grupos, sendo eles: Mobilidade Urbana, relacionado às Estratégias de Mobilidade; Preservação dos serviços ecossistêmicos e Infraestrutura para preservação e eficiência ambiental, relacionados às Estratégias do Ambiente Natural; e, Morfologia urbana e estruturação territorial e Qualidade do ambiente antrópico e coesão social, associados às Estratégias de Bem-Estar Socioeconômico. Estes indicadores podem ser desagregados por grupos de componentes resultantes da combinação de diferentes variáveis de aferição do desempenho urbano e ambiental.

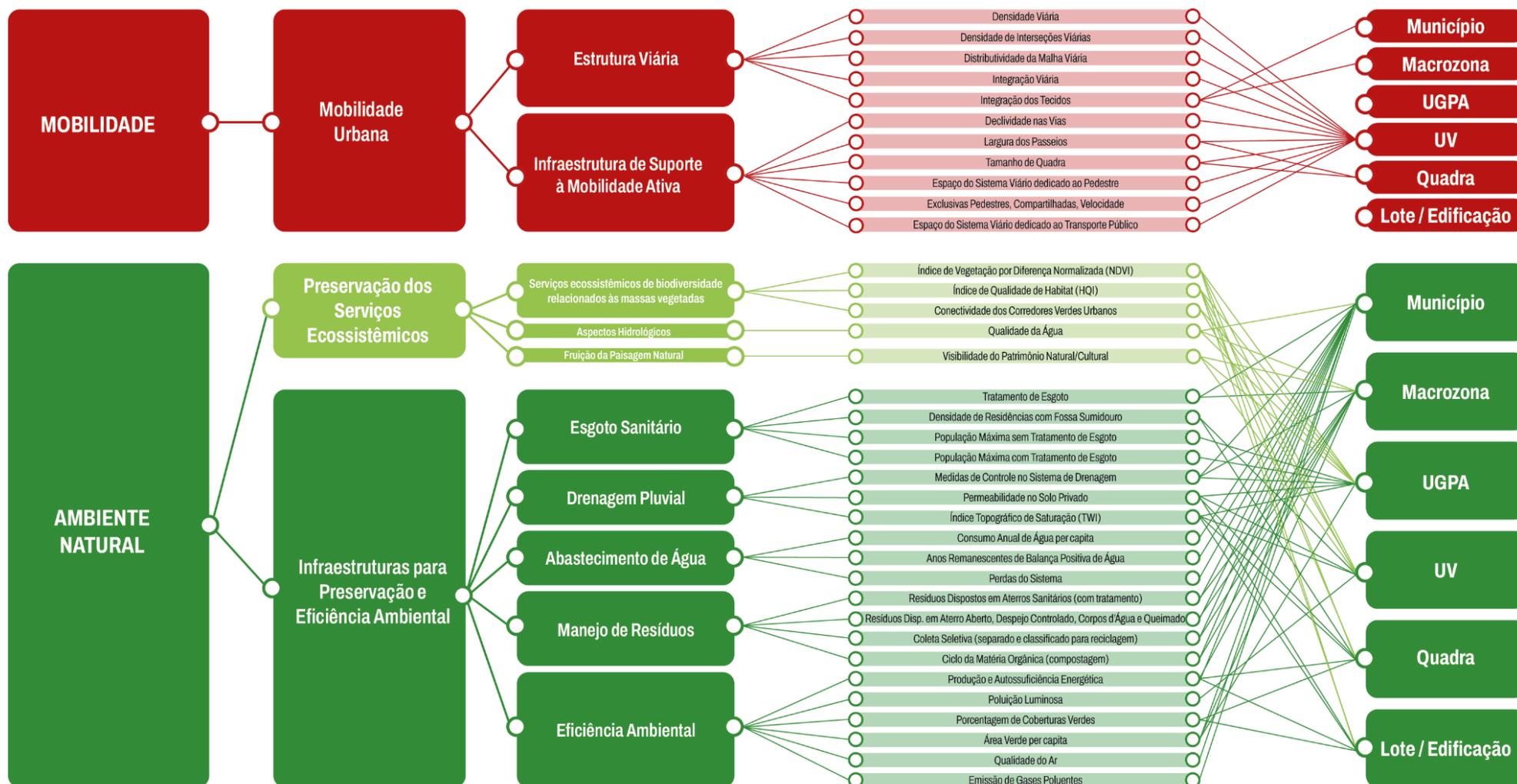
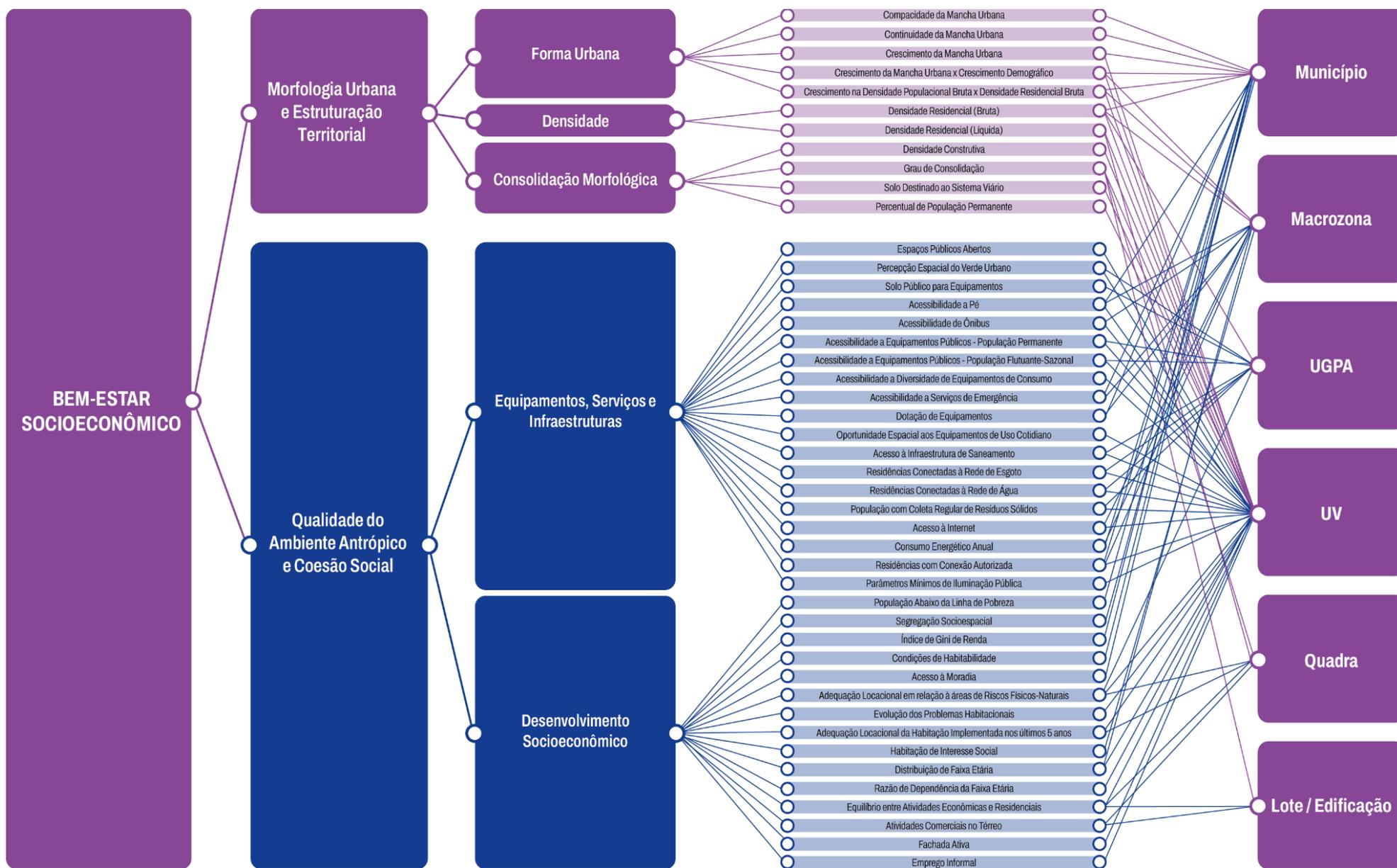


Fig. 1. Indicadores agrupados por Estratégias de Ação (parte I)  
 Fonte: Elaboração própria.



**Fig. 2. Indicadores agrupados por Estratégias de Ação (parte II)**  
 Fonte: Elaboração própria.

## 1.1. Mobilidade

### 1.1.1. Estrutura viária

#### 1.1.1.1. Densidade viária

- Definição

Mede a permeabilidade da malha viária, ou seja, as alternativas de percursos oferecidos por ruas e avenidas. É dada pelo número de quilômetros de extensão de via por km<sup>2</sup> de área urbana.

- Metodologia

[Comprimento total de vias internas urbanas + (comprimento total de ruas do perímetro urbano / 2)] / área urbana total].

[km/km<sup>2</sup>]

- Fundamentação

A malha viária é o fator integrador e dinâmico entre a população e as atividades socioeconômicas, é um componente estruturante do espaço geográfico e define a dinâmica social de uma área, sendo condicionada pelo padrão espacial, que restringe a localização de estradas e assentamentos humanos (UN-Habitat, 2013). As cidades que têm ruas e espaços públicos adequados e maior conectividade são mais habitáveis e economicamente produtivas (UNHabitat, 2013).

Uma cidade próspera busca uma rede estreita de caminhos e ruas que oferecem várias rotas para muitos destinos que também tornam as viagens a pé e de bicicleta variadas e agradáveis. (ITDP, 2013)

Parâmetros de referência:



Fonte: UN-Habitat;

Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.1. Mobilidade

### 1.1.1. Estrutura viária

#### 1.1.1.1. Densidade de interseções viárias

- Definição

Medem a permeabilidade da malha viária, ou seja, as alternativas de percursos oferecidos por ruas e avenidas. É dada pelo número de interseções por km<sup>2</sup> de área urbana.

- Metodologia

Número de interseções com pelo menos 3 eventos / área urbana total.

[número interseções / km<sup>2</sup>]

- Fundamentação

A capacidade de caminhar em uma cidade depende do tamanho dos quarteirões e cruzamentos que fornecem lugares onde os carros podem parar e os pedestres podem cruzar. Quanto maior a densidade de interseção, menores são os quarteirões e melhor é a caminhabilidade no bairro (Ewing, 1999). No entanto, o tamanho dos quarteirões e a conectividade não são suficientes para determinar a capacidade de caminhada em uma cidade. O uso e distribuição do espaço viário de uma forma que priorize os pedestres e outros usuários vulneráveis da via, bem como a moderação do tráfego e o comportamento da via é muito importante para facilitar a caminhada. Uma cidade próspera busca encontrar um quarteirão de tamanho adequado para promover a mobilidade.

Parâmetros de referência:



Fonte: UN-Habitat;

Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.1. Mobilidade

### 1.1.1. Estrutura viária

#### 1.1.1.1. Distributividade da malha viária

- Definição

Medida numérica adimensional entre 0 e 1 que compara percursos possíveis a partir da malha viária irregular existente aos caminhos alternativos oferecidos por uma malha ideal, regular.

- Metodologia

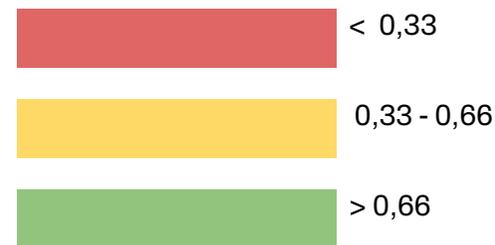
Número ciclomático obtido para a malha real ( $C_{urb}$ ) / Número ciclomático de uma grelha perfeita com igual número de nós ( $C_{grelha}$ )

Sendo que:  $C = \text{número de segmentos} - \text{número de nós} + 1$ .

- Fundamentação

Distributividade é uma característica espacial associada à quantidade de percursos alternativos existentes entre dois pontos quaisquer do sistema. A distributividade contribui para uma configuração espacial menos hierarquizada que, como consequência, distribui centralidade, valor da terra e uso do solo, incidindo diretamente sobre a mobilidade urbana.

Parâmetros de referência:



## 1.1. Mobilidade

### 1.1.1. Estrutura viária

#### 1.1.1.2. Integração viária

- Definição

Relação entre o número de conexões no perímetro da unidade de vizinhança em contato com áreas urbanizadas e o comprimento deste perímetro.

- Metodologia

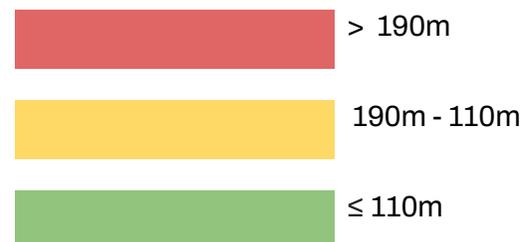
Número de intersecções no perímetro da unidade de vizinhança em contato com áreas urbanizadas/ Comprimento do perímetro da unidade de vizinhança em contato com áreas urbanizadas;

[número intersecções / m]

- Fundamentação

A integração viária traz benefícios significativos para a sociedade, melhorando a mobilidade, reduzindo congestionamentos, ampliando a acessibilidade, promovendo a sustentabilidade e promovendo a inclusão social. Esses benefícios contribuem para uma melhor qualidade de vida, um ambiente mais saudável e um sistema de transporte mais eficiente e equitativo.

#### Parâmetros de referência



Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.1. Mobilidade

### 1.1.1. Estrutura viária

#### 1.1.1.1. Integração dos tecidos

- Definição

Porcentagem do território ocupado por loteamento fechados, segregando áreas do tecido urbano.

- Metodologia

Área ocupada por loteamentos fechados (condomínios)/ Área total a ser urbanizada (ou urbana)

[m<sup>2</sup> / m<sup>2</sup>]

- Fundamentação

A ocupação de grandes parcelas do território por loteamentos fechados gera sérios problemas urbanos.

Esse tipo de ocupação afeta principalmente a mobilidade e a segurança, por criar vazios no tecido que bloqueiam a continuidade espacial, segregando setores da cidade e dificultando o acesso a serviços básicos.

Parâmetros de referência:



Fonte: NTU;

## 1.1. Mobilidade

### 1.1.2. Infraestrutura de suporte à mobilidade ativa

#### 1.1.2.1. Declividades nas vias

- Definição

Percentual de vias com declividade inferior a 5%.

- Metodologia

Comprimento total das vias cuja declividade é inferior a 5% /  
Comprimento total de vias

[m/m]

- Fundamentação

O indicador pondera a acessibilidade das ruas com base no seu comprimento e inclinação, pois esses atributos podem limitar a circulação de pessoas com mobilidade reduzida.

Como critério geral, consideram-se calçadas acessíveis a partir de 90 cm de largura e declives de até no máximo de 5%, para requisitos mínimos de acessibilidade para uma pessoa em cadeira de rodas.

Parâmetros de referência:



Fonte: Agência d'Ecologia Urbana de Barcelona - Adaptado;

Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.1. Mobilidade

### 1.1.2. Infraestrutura de suporte à mobilidade ativa

#### 1.1.2.2. Largura dos passeios

- Definição

Percentual de vias com passeios com largura de, no mínimo, 2,5 m

[Vias coletoras e arteriais = mínimo 2 m de faixa livre | Vias locais = mínimo 1,2 m de faixa livre]

- Metodologia

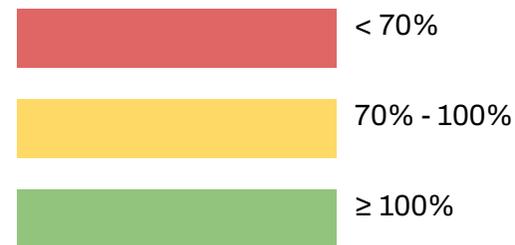
Extensão de quadra com calçada com largura adequada para o fluxo de pedestres / Extensão total de calçadas

[m/m]

- Fundamentação

A largura da faixa livre é avaliada em cada segmento de calçada a partir da observação do trecho mais crítico em que é possível a circulação de pedestres. A faixa livre considerada deve ser desprovida de obstáculos permanentes ou temporários, tais como mobiliário, barracas, vegetação, floreiras, lixeiras, veículos estacionados, etc., que incidam no deslocamento dos pedestres. A avaliação da largura ótima prevê a possibilidade de circulação de uma pessoa com cadeira de rodas e outra pessoa passando por ela (independentemente do sentido de circulação). Complementarmente, admite-se que a faixa livre acomoda um fluxo de 25 pedestres por minuto, em ambos os sentidos, a cada metro de largura. Uma cidade acessível deve contar com calçadas com dimensões adequadas de acordo com esses critérios.

Parâmetros de referência:



## 1.1. Mobilidade

### 1.1.2. Infraestrutura de suporte à mobilidade ativa

#### 1.1.2.3. Tamanho de quadra

- Definição

Média das extensões laterais da quadra.

- Metodologia

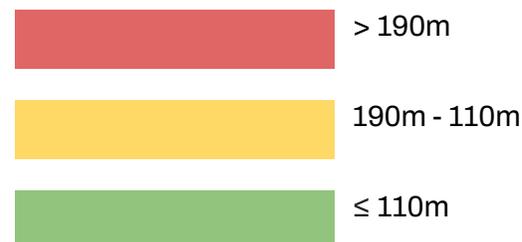
Extensão total lateral da quadra / quantidade de loterias de quadra

[m]

- Fundamentação

A quadra é um elemento da composição urbana delimitado por cruzamentos e travessias (exclusivas para pedestres ou não), caracterizando a unidade básica de formação do tecido urbano. Sua dimensão deve colaborar para uma melhor mobilidade do pedestre, permitindo oportunidades de cruzamentos e proporcionando rotas mais diretas. Para medir a extensão do segmento de calçada, considera-se também que uma passagem de acesso público para pedestres através de um edifício divide um conjunto edificado em duas quadras. O acesso público é definido como aquele aberto indiscriminadamente a todas as pessoas pelo menos 15 horas por dia.

Parâmetros de referência:



Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.1. Mobilidade

### 1.1.2. Infraestrutura de suporte à mobilidade ativa

#### 1.1.2.4. Espaço do sistema viário destinado ao pedestre

- Definição

Espaço destinado ao pedestre, para circulação, convivência, lazer e exercício, na superfície do sistema viário.

- Metodologia

Área destinada ao sistema viário peatonal / Área destinada ao sistema viário

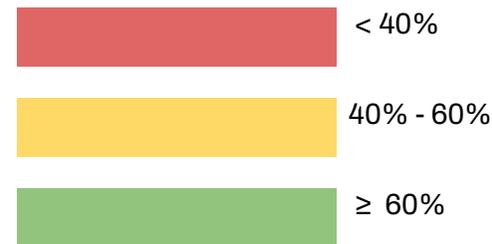
[m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>]

- Fundamentação

O índice diz respeito a uma concepção desse espaço público como eixo da cidade, libertando-o da sua função exclusivamente a serviço do automóvel, para torná-lo um espaço de convivência, lazer, exercício, troca e outros usos múltiplos.

Espaços com acesso restrito à passagem de automóveis tornam-se locais de tranquilidade, que permitem a socialização e a comunicação, uma melhoria na qualidade urbana e na qualidade de vida. Nestes locais, sejam ou não exclusivamente destinados à circulação pedonal, desaparece a sensação de perigo e os incômodos decorrentes da velocidade dos automóveis e da poluição atmosférica para os pedestres.

Parâmetros de referência:



Fonte: Agência d'Ecologia Urbana de Barcelona.

Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.1. Mobilidade

### 1.1.2. Infraestrutura de suporte à mobilidade ativa

#### 1.1.2.5. Exclusivas pedestres, compartilhadas, velocidade

- Definição

Percentual de vias com calçada segregada com velocidade  $\leq 50\text{km/h}$  e vias compartilhadas com velocidade regulamentada  $\leq 30\text{km/h}$ .

- Metodologia

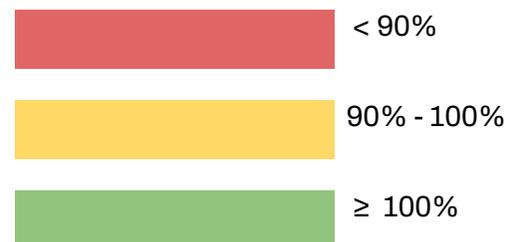
Extensão vias com calçada segregada vel.  $\leq 50\text{km/h}$  e compartilhadas vel.  $\leq 30\text{km/h}$  / Extensão viária total

[m/m]

- Fundamentação

A experiência do pedestre na cidade é fortemente afetada por diversos fatores externos, dentre os quais a tipologia da rua assume um papel de extrema importância. Uma tipologia não adequada é aquela na qual a calçada não é dedicada de forma segura ao uso do pedestre, ou não é devidamente protegida do tráfego de veículos motorizados quando estes se encontram em velocidade incompatível com a circulação de pedestres. Um dos principais fatores que condicionam a segurança na circulação de pedestres é a velocidade dos veículos em circulação. Estudos apontam que as velocidades altas causam um terço dos óbitos por acidentes em cidades no mundo, e a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda a redução dos limites de velocidade em áreas urbanas para até 50 km/h.

Parâmetros de referência:



Fonte: ITDP Brasil;

Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.1. Mobilidade

### 1.1.2. Infraestrutura de suporte à mobilidade ativa

#### 1.1.2.6. Espaço do sistema viário destinado ao transporte público

- Definição

Percentual de vias urbanas com prioridade para circulação de transporte coletivo por ônibus.

- Metodologia

Número de linhas de transporte coletivo público que atendem na unidade de análise.

- Fundamentação

O espaço destinado ao transporte público no sistema viário, com infraestrutura adequada, desempenha um papel fundamental na promoção da mobilidade sustentável e eficiente nas cidades. O transporte público contribui para reduzir congestionamentos, poluição e o uso excessivo de veículos individuais, tornando a mobilidade urbana mais sustentável e acessível a todos.

Parâmetros de referência:



## 1.2. Ambiente Natural | Serviços Ecossistêmicos

### 1.2.1. Serviços ecossistêmicos de biodiversidade relacionados às massas vegetadas

#### 1.2.1.1. Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI)

- Definição

Medida numérica adimensional que utiliza dados de sensoriamento remoto para avaliar a quantidade de vegetação em uma determinada área.

- Metodologia

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED})$$

- Fundamentação

Esse indicador varia entre -1 e 1, sendo raro valores abaixo de 0, que ocorre em massas de água. Quanto mais perto de 1, mais alta é a correlação com a vegetação saudável e vistosa (com folhas verdes). Na prática esses valores\* são dependentes da escala, ou seja, depende da escala que a média é amostrada.

\* valores para média anual do NDVI, ou seja, média de todos os valores obtidos em um ano, para se evitar efeitos da sazonalidade na vegetação.

Parâmetros de referência:



Fonte: Fontoura, Silva e Possantti (2024);

Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.2. Ambiente Natural | Serviços Ecosistêmicos

### 1.2.1. Serviços ecosistêmicos de biodiversidade relacionados às massas vegetadas

#### 1.2.1.2. Índice de qualidade de habitat (HQI)

- Definição

Medida numérica adimensional entre 0 e 1 que estabelece o quanto uma área natural está preservada em termos de habitat para espécies da fauna e flora.

- Metodologia

Modelo, pesos e parâmetros de cada habitat e ameaça no modelo foram definidos por opinião especialista, disponível no artigo de Fontoura et al. (2024).

- Fundamentação

O índice é calculado por um modelo matemático que processa mapas de uso do solo. Nesse modelo as classes de uso e cobertura do solo são separadas em habitat e ameaças. Quanto mais distante um habitat está de uma ameaça, maior é sua qualidade. Isso implica que um habitat com grande fragmentação é inferior à qualidade de um habitat com formato maciço, ainda que ambos apresentem a mesma área.

#### Parâmetros de referência:



Fonte: Fontoura, Silva e Possantti (2024);

Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.2. Ambiente Natural | Serviços Ecossistêmicos

### 1.2.1. Serviços ecossistêmicos de biodiversidade relacionados às massas vegetadas

#### 1.2.1.3. Conectividade dos corredores verdes urbanos

- Definição

Porcentagem de vias qualificadas como corredores verdes urbanos por sua funcionalidade ao conectar espaços verdes, em relação ao sistema viário total.

- Metodologia

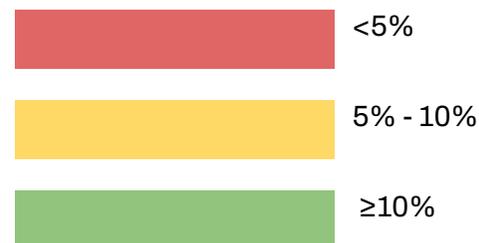
Área de corredores verdes urbanos/ Área total de trechos da via

[m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>]

- Fundamentação

Os corredores verdes são faixas de território que, por suas características ambientais, entram em contato com áreas naturais que de outra maneira seriam desvinculadas. São essenciais para manter a biodiversidade no ecossistema urbano.

Parâmetros de referência:



## 1.2. Ambiente Natural | Serviços Ecossistêmicos

### 1.2.2. Serviços ecossistêmicos relacionados a aspectos hidrológicos

#### 1.2.2.1. Qualidade da água

- Definição

Percentual de amostras de água em um ano que cumprem os parâmetros nacionais de qualidade de água potável.

- Metodologia

Número de amostras que qualificam água potável / Amostras totais de água coletadas

[Número de amostras/ Número de amostras]

- Fundamentação

Água é uma das grandes necessidades da vida humana. O abastecimento de água limpa é absolutamente necessário para a vida e a saúde, ainda assim, muitas pessoas não têm acesso a um sistema adequado de abastecimento de água, ou o obtêm apenas através de altos preços. Melhorar o acesso à água potável implica em diminuir a carga sobre as pessoas - principalmente mulheres - em coletar água. Também significa a diminuição da carga global de doenças relacionadas à água e melhoria da qualidade de vida.

#### Parâmetros de referência:



## 1.2. Ambiente Natural | Serviços Ecossistêmicos

### 1.2.3. Serviços ecossistêmicos relacionados à fruição da paisagem natural e cultural

#### 1.2.3.1. Visibilidade do patrimônio natural/cultural

- Definição

Variação percentual das áreas das regiões visíveis a partir de determinada posição do terreno dos elementos que compõem o Patrimônio Natural/Cultural do Município. Indicador quantitativo relativo às mudanças da paisagem.

- Metodologia

$$\left( \frac{\text{Área de Patrimônio Natural/Cultural visível a partir de um ponto no terreno t1} - \text{Área de Patrimônio Natural/Cultural a partir de um ponto no terreno t2}}{\text{Área de Patrimônio Natural/Cultural visível a partir de um ponto do terreno t1}} \right)$$

- Fundamentação

A identificação e documentação de áreas de visibilidade constitui importante ferramenta de proteção e valorização da paisagem em que permite avaliar potenciais alterações nos aspectos visuais.

Parâmetros de referência:



## 1.3. Ambiente Natural | Infraestrutura para Preservação e Eficiência Ambiental

### 1.3.1. Esgoto Sanitário

#### 1.3.1.1. Tratamento de esgoto

- Definição

Percentual de águas residuais que são tratadas de acordo com padrões nacionais.

- Metodologia

Met1 = Água residual tratada / Água consumida (faturada);

Met2= N° de economias residenciais com esgoto que descarrega em ETE / N° total de economias residenciais com acesso à água potável

[m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>]

[residenciais/residenciais]

- Fundamentação

A melhora no tratamento de água reduz a incidência de doenças transmitidas por esse meio. Um sistema confiável de tratamento de águas residuais é um indicador importante do nível de desenvolvimento local e da saúde da comunidade. A poluição da água por dejetos humanos é um problema menor em países que têm recursos para tratamento de esgoto e águas residuais, e ela pode ser minimizada com investimentos adequados em sistemas de tratamento. A porcentagem de águas residuais tratadas é um indicador chave para a gestão de qualidade da água.

Parâmetros de referência:



Fonte: Emerging and Sustainable Cities Initiative.

Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.3. Ambiente Natural, Infraestrutura para Preservação e Eficiência Ambiental

### 1.3.1. Esgoto Sanitário

#### 1.3.1.2. Densidade de residências com fossa sumidouro

- Definição

Densidade máxima de economias residenciais com solução individual de fossa séptica sumidouro.

[residências / ha]

- Metodologia

Nº de economias residenciais com fossa sumidouro na quadra / Área de superfície da quadra

- Fundamentação

O controle da densidade relacionada com o tipo de solução no sistema de tratamento do esgoto é necessário para a viabilização econômica de determinados sistemas, e para evitar o impacto ambiental no lençol freático.

#### Parâmetros de referência:



## 1.3. Ambiente Natural, Infraestrutura para Preservação e Eficiência Ambiental

### 1.3.2. Drenagem Pluvial

#### 1.3.2.1. Medidas de controle no sistema de drenagem

- Definição

Os sistemas de controle de drenagem tem como objetivo minimizar o impacto da urbanização no ciclo hidrológico natural, eles podem ser classificados, de acordo com a sua área de atuação na bacia ((i) distribuída ou na fonte - atua sobre praças e passeios; (ii) na microdrenagem - atua sobre o hidrograma resultante de um ou mais loteamentos; (iii) na macrodrenagem - atua sobre os principais riachos urbanos). Calcula-se a área ocupada por dispositivos de controle

- Metodologia

Área dispositivos de controle (Áreas verdes + jardins de chuva + biovaletas + sistemas de retenção/detenção + coberturas verdes + pisos permeáveis) / Área urbana total

[m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>]

- Fundamentação

A ocupação territorial por meio da urbanização ocorreu, por muito tempo, sem o devido planejamento integrado das diversas infraestruturas necessárias ao desenvolvimento harmônico da cidade, desencadeando problemas de drenagem pluvial como os alagamentos, inundações e a poluição de origem difusa dos cursos d'água. Tais problemas precisam de alternativas integradas na paisagem que reproduzam as condições naturais do ciclo hidrológico, através da retenção e infiltração da água no solo.

Parâmetros de referência:



#### 1.3.2.2. Permeabilidade no solo privado

- Definição

Percentual de área permeável em solo privado, sem construção abaixo ou acima do solo.

- Metodologia

Área permeável / Área privada

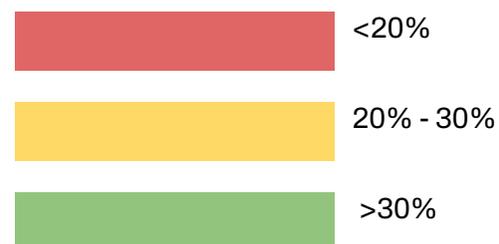
[m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>]

- Fundamentação

A proporção de solo permeável nos tecidos urbanos garante a continuidade das superfícies verdes e um bom desempenho no sistema hídrico.

Fonte: NTU;

Parâmetros de referência:



### 1.3.2.3. Índice topográfico de saturação (TWI)

- Definição

Medida numérica positiva e adimensional que expressa o potencial para uma dada parcela do terreno apresentar condições de solo saturado em função da sua posição topográfica. Indica o potencial de afloramento difuso do lençol freático (água subterrânea) na paisagem.

- Metodologia

$$TWI = \ln(A/\tan(B))$$

Em que “A” é a área de drenagem acumulada por unidade de contorno e “B” é a declividade do terreno em radianos.

Os valores de TWI são todos positivos e aumentam conforme o potencial de saturação do terreno.

- Fundamentação

O índice deve ser interpretado como a dificuldade de implementar medidas eficientes de controle de drenagem urbana no lote, com técnicas de infiltração. Ou seja, quanto maior o TWI, pior é a eficiência de medidas de controle da drenagem no lote.

Parâmetros de referência:



## 1.3. Ambiente Natural, Infraestrutura para Preservação e Eficiência Ambiental

### 1.1.1. Abastecimento de água

#### 1.1.1.1. Consumo de água anual per capita

- Definição

Consumo anual de água per capita da população com residência conectada à rede de abastecimento de água.

- Metodologia

Quantidade de consumo anual de água por pessoa

[litros / pessoa]

- Fundamentação

O consumo de água deve estar em equilíbrio com os recursos hídricos para haver uma relação sustentável. Esse equilíbrio pode ser alcançado através de melhorias no sistema de abastecimento de água e mudanças nos padrões de consumo. Esse indicador é medido no comparativo entre anos dentro da cidade com uma gama de relações, devido a variabilidade entre cidades. O consumo de água por pessoa depende da disponibilidade, qualidade, preço, clima e dos usos que os indivíduos costumam dar a ela (beber, tomar banho, lavar, jardinar). O consumo de água é muito mais alto em cidades de países com renda mais alta, como ocorre com a maioria das outras formas de consumo.

Parâmetros de referência:



## 1.3. Ambiente Natural, Infraestrutura para Preservação e Eficiência Ambiental

### 1.3.3. Abastecimento de água

#### 1.3.2.4. Anos remanescentes de balança positiva de água

- Definição

Número de anos remanescentes com uma balança positiva de água, considerando o fornecimento de água disponível e a demanda por água.

- Metodologia

Quantidade de água disponível / (Demanda anual projetada x Quantidade máxima de extrações regulamentadas)

[litros / litros]

- Fundamentação

A gestão sustentável da água requer uma abordagem holística para o planejamento de seu uso e o reconhecimento das interconexões entre os sistemas. Manter um equilíbrio hídrico positivo garante que a quantidade de água retirada de uma fonte não seja maior do que o seu potencial de recarga.

Parâmetros de referência:



## 1.3. Ambiente Natural, Infraestrutura para Preservação e Eficiência Ambiental 1.3.3. Abastecimento de água

### 1.3.2.5. Perdas no sistema

- Definição

Percentual de água perdida no sistema de distribuição por perdas de água e perdas de cobrança.

- Metodologia

$(\text{Volume de água fornecido} - \text{Volume de água cobrado}) / \text{Volume de água fornecido}$

$[\text{m}^3 / \text{m}^3]$

- Fundamentação

Reduzir a perda de água para níveis aceitáveis é vital para a sustentabilidade financeira da gestão da água. Isso pode ser feito através de ações técnicas e gerenciais adequadas. Monitorar a quantidade de água não contabilizada pode desencadear tais medidas corretivas. A redução das perdas físicas pode ser usada para atender uma demanda atualmente não satisfeita, ou para adiar futuras despesas de capital para fornecer capacidade de abastecimento adicional. Reduzir a quantidade de perda de água é desejável não apenas do ponto de vista financeiro, mas também em termos de economia e benefícios ambientais. O indicador também é influenciado por fatores fora do controle da concessionária de água, como topografia da cidade, idade da rede, comprimento da rede por conexão e uso de água per capita.

Parâmetros de referência:



Fonte: Emerging and Sustainable Cities Initiative;

Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.3. Ambiente Natural, Infraestrutura para Preservação e Eficiência Ambiental

### 1.3.3. Manejo de Resíduos

#### 1.3.3.1. Resíduos dispostos em aterros sanitários (com tratamento)

- Definição

Percentual de resíduos dispostos em aterros sanitários (exclui-se resíduos enviados para reciclagem). O aterro deve ter coleta de chorume, de gás de aterro e sistema de tratamento

- Metodologia

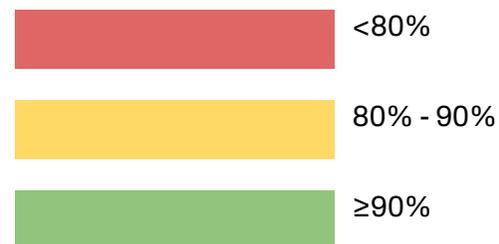
Peso anual de resíduos sólidos dispostos em aterro sanitário / peso anual de resíduos sólidos totais produzidos

[tonelada / tonelada]

- Fundamentação

Muitas cidades geram mais resíduos sólidos urbanos do que tem capacidade para se desfazer. Mesmo quando os orçamentos municipais são adequados para a coleta, a eliminação segura dos resíduos coletados muitas vezes continua sendo um problema. Aterros abertos são, às vezes, o principal método de descarte em muitos países em desenvolvimento, os aterros sanitários são a norma apenas em algumas cidades. A principal vantagem de um aterro sanitário é que o manuseio e o processamento de resíduos são reduzidos ao mínimo, se limitam a recolher e transportar os resíduos, espalhando-os e cobrindo-os com um material adequado.

Parâmetros de referência:



## 1.3. Ambiente Natural, Infraestrutura para Preservação e Eficiência Ambiental

### 1.3.4. Manejo de Resíduos

#### 1.3.3.2. Resíduos dispostos em aterro aberto, despejo controlado, corpos d'água e queimados

- Definição

Percentual de resíduos sólidos municipais dispostos em aterro aberto, despejo controlado, corpos d'água e queimado.

- Metodologia

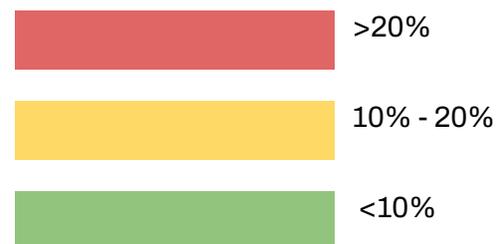
Peso anual de resíduos sólidos dispostos em aterro aberto, despejo controlado, corpos d'água e queimado / peso anual de resíduos sólidos totais produzidos

[tonelada / tonelada]

- Fundamentação

Muitas cidades geram mais resíduos sólidos urbanos do que tem capacidade para se desfazer. Mesmo quando os orçamentos municipais são adequados para a coleta, a eliminação segura dos resíduos coletados muitas vezes continua sendo um problema. Aterros abertos são, às vezes, o principal método de descarte em muitos países em desenvolvimento, os aterros sanitários são a norma apenas em algumas cidades. O descarte em aterros abertos, aterros controlados ou corpos d'água ou por meio de queima são, às vezes, os principais métodos de disposição em muitos países em desenvolvimento, os aterros sanitários são a norma apenas em algumas cidades.

Parâmetros de referência:



Fonte: Emerging and Sustainable Cities Initiative;

Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.3. Ambiente Natural, Infraestrutura para Preservação e Eficiência Ambiental

### 1.3.4. Manejo de Resíduos

#### 1.3.3.3. Coleta seletiva (separado e classificado para reciclagem)

- Definição

Percentual de resíduos sólidos municipais que é separado e classificado para reciclagem.

- Metodologia

Peso anual de resíduos sólidos que é formal e informalmente separado para reciclagem / peso anual de resíduos sólidos totais produzidos

[tonelada / tonelada]

- Fundamentação

Muitas cidades geram mais resíduos sólidos urbanos do que tem capacidade para se desfazer. Mesmo quando os orçamentos municipais são adequados para a coleta, a eliminação segura dos resíduos coletados muitas vezes continua sendo um problema. A separação de materiais recicláveis dos demais resíduos é uma estratégia para abordar esse problema.

Parâmetros de referência:



Fonte: Emerging and Sustainable Cities Initiative;

Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.3. Ambiente Natural, Infraestrutura para Preservação e Eficiência Ambiental

### 1.3.4. Manejo de Resíduos

#### 1.3.3.4. Ciclo da matéria orgânica (compostagem)

- Definição

Percentual de resíduos sólidos municipais que é tratado para compostagem

- Metodologia

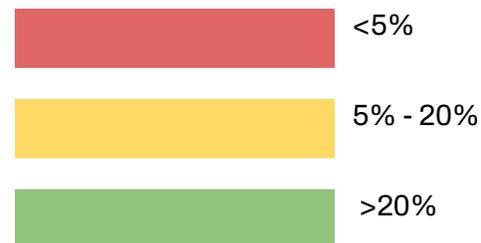
Peso anual de resíduos sólidos tratado por compostagem / peso anual de resíduos sólidos totais produzidos

[tonelada / tonelada]

- Fundamentação

Muitas cidades geram mais resíduos sólidos urbanos do que tem capacidade para se desfazer. Mesmo quando os orçamentos municipais são adequados para a coleta, a eliminação segura dos resíduos coletados muitas vezes continua sendo um problema. A separação de materiais compostáveis dos demais resíduos é uma estratégia para abordar esse problema.

Parâmetros de referência:



## 1.3. Ambiente natural, Infraestrutura para Preservação e Eficiência Ambiental

### 1.3.4. Eficiência Ambiental

#### 1.3.4.1. Produção e autossuficiência energética

- Definição

Relação entre produção de energia renovável e o consumo total de energia.

- Metodologia

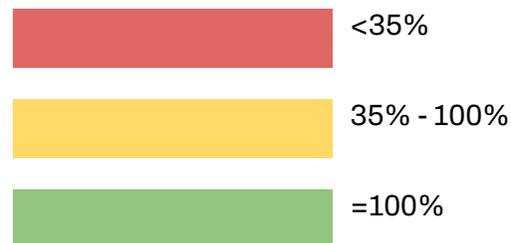
Produção local de energias renováveis / Demanda energética total

[kWh / kWh]

- Fundamentação

O objetivo da autossuficiência é caminhar para um cenário neutro em carbono, ou seja, um cenário em que não haja emissão de CO<sub>2</sub> e que alcance a máxima autossuficiência energética a partir de energias renováveis. Para atingir este cenário, é necessário reduzir o consumo de energia e, ao mesmo tempo, cobrir essa demanda ajustada de energia através da produção de energia renovável, livre de emissões de CO<sub>2</sub>.

Parâmetros de referência:



## 1.3. Ambiente Natural, Infraestrutura para Preservação e Eficiência Ambiental

### 1.3.5. Eficiência Ambiental

#### 1.3.4.2. Poluição luminosa

- Definição

Emissão do fluxo luminoso de fontes artificiais noturnas em intensidades, direções ou faixas espectrais ou horários desnecessários para a realização das atividades planejadas na área onde as luzes estão instaladas.

- Metodologia

Iluminação média máxima, expressa em lux, para cada tipo de via, dependendo do tráfego da via pública.

Os valores têm que cumprir os mínimos exigidos pela ABNT NBR 5101 segundo a intensidade de tráfego e tipo de atividade

[lux]

- Fundamentação

Diminuir a poluição luminosa e proteger o meio noturno do fluxo luminoso desnecessário de fontes artificiais. Proteger o meio ambiente noturno com o fim de manter, o máximo possível, as condições naturais nestes horários em benefício das pessoas, da fauna, da flora, e dos ecossistemas em geral.

Parâmetros de referência:



<35 lux para ruas coletoras e locais; <20lux para ruas locais, parques e praças

Fonte: Agência d'Ecologia Urbana de Barcelona;

Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.3. Ambiente Natural, Infraestrutura para Preservação e Eficiência Ambiental

### 1.3.5. Eficiência Ambiental

#### 1.3.4.3. Porcentagem de coberturas verdes

- Definição

Reserva útil mínima de telhado verde em relação ao total de telhado construído.

- Metodologia

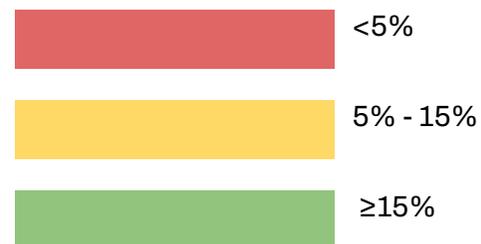
Área de cobertura verde / Área total de cobertura edificadas

[m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>]

- Fundamentação

As coberturas verdes, combinadas com áreas verdes de solo orgânico, ampliam a biodiversidade e a conexão entre as estruturas ecológicas integradas e estruturas ecológicas fundamentais.

Parâmetros de referência:



## 1.3. Ambiente Natural, Infraestrutura para Preservação e Eficiência Ambiental

### 1.3.5. Eficiência Ambiental

#### 1.3.4.4. Área verde per capita

- Definição

Área verde total dentro da cidade por habitante. Estas áreas são uma forma de compensar as emissões de CO2 gerando sustentabilidade ambiental.

- Metodologia

Área verde total / habitantes totais

[m<sup>2</sup> / habitantes]

- Fundamentação

A cobertura de áreas verdes na cidade é de grande importância para a manutenção de uma boa qualidade de vida. Elas desempenham um papel fundamental no ambiente e na biodiversidade da cidade, fazem parte da estrutura do território e simbolizam um ambiente urbano equilibrado, onde o edifício é amortecido com espaços naturais. Os espaços verdes são considerados pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como espaços essenciais pelos benefícios que proporcionam ao bem-estar físico e emocional das pessoas e por ajudar a mitigar a deterioração urbana da cidade, tornando-a mais habitável e saudável.

Parâmetros de referência:



## 1.3. Ambiente Natural, Infraestrutura para Preservação e Eficiência Ambiental

### 1.3.5. Eficiência Ambiental

#### 1.3.4.5. Qualidade do ar

- Definição

Concentração de poluentes no ar. Material particulado em suspensão, com diâmetro inferior a 10µm, média de 24 horas.

- Metodologia

Peso diário de material particulado em suspensão / volume do ar  
[µg / m<sup>3</sup>]

- Fundamentação

É um indicador utilizado para comunicar ao público o quão poluído o ar está atualmente ou poderá ficar. À medida que o indicador aumenta, uma porcentagem cada vez maior da população é provável de sofrer efeitos adversos cada vez mais graves à saúde.

#### Parâmetros de referência:



## 1.3. Ambiente Natural, Infraestrutura para Preservação e Eficiência Ambiental

### 1.3.5. Eficiência Ambiental

#### 1.3.4.6. Emissão de gases poluentes

- Definição

Proporção entre a quantidade de gases de efeito estufa emitidos anualmente pela cidade e a população total. Os gases mais conhecidos que contribuem para o efeito estufa são: Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O), Hidrofluorcarbonetos (HFC), Perfluorocarbonetos (PFC) e Hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>).

- Metodologia

Peso anual de gases de efeito estufa / habitantes totais

[tonelada / habitante]

- Fundamentação

As emissões anuais de gases de efeito estufa provenientes de todas as atividades dentro da cidade são um indicador da contribuição adversa que a cidade e a população estão fazendo em relação às mudanças climáticas.

Parâmetros de referência:



## 1.4. Bem-Estar Socioeconômico | Morfologia Urbana e Estruturação Territorial

### 1.4.1. Forma Urbana

#### 1.4.1.1. Compacidade da mancha Urbana

- Definição

Compara a forma da superfície urbana em relação ao círculo, cuja relação área/perímetro apresenta mais compacidade.

- Metodologia

Perímetro da circunferência com área equivalente à área total da mancha urbana / somatório dos perímetros das partes que compõem a mancha urbana

[km / km]

- Fundamentação

O indicador de compacidade verifica o quanto a forma mancha urbana se aproxima da forma de um círculo, que é a geometria mais compacta. Quanto mais regular for a forma da mancha urbana e mais diminuto for o número das manchas que a compõem, maior o valor da compacidade. Quando bem planejada, a mancha urbana compacta possibilita investimentos em setores de maior relevância social e uma ocupação mais racional do solo urbano, reduzindo a necessidade de deslocamentos longos e ineficientes

Parâmetros de referência:



## 1.4. Bem-Estar Socioeconômico, Morfologia Urbana e Estruturação Territorial

### 1.4.1. Forma Urbana

#### 1.4.1.2. Continuidade da mancha urbana

- Definição

Mede o grau de fragmentação da forma urbana através de seu perímetro comparado ao perímetro do polígono convexo mínimo.

- Metodologia

Perímetro do polígono convexo mínimo que contém a mancha urbana / somatório dos perímetros das partes que compõem a mancha urbana

[km / km]

- Fundamentação

O indicador de continuidade é uma medida adimensional que varia entre 0 e 1, sendo que 1 representa a máxima continuidade, situação em que o perímetro da mancha urbana coincide com seu polígono convexo, ou seja, não possui reentrâncias ou vazios internos. Nas cidades, é comum encontrarmos áreas vazias e espaços descontínuos, e isso geralmente tem consequências negativas para a eficiência urbana. Essas interrupções na estrutura urbana resultam em trajetos mais longos, afetando as viagens que começam e terminam em áreas isoladas devido à fragmentação. Isso não apenas impacta a vida dos usuários, mas também afeta as redes de infraestrutura e serviços públicos.

Parâmetros de referência:



Fonte: Krafta (2014); NTU

Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.4. Bem-Estar Socioeconômico, Morfologia Urbana e Estruturação Territorial

### 1.4.1. Forma Urbana

#### 1.4.1.3. Crescimento da mancha urbana

- Definição

Taxa média de crescimento anual da mancha urbana (intervalo mínimo de cinco anos).

- Metodologia

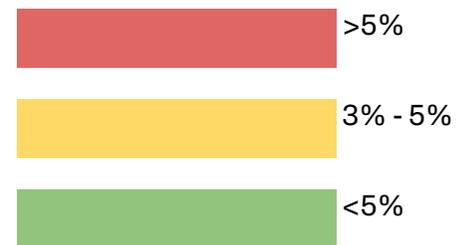
$$\frac{((\text{Área da Mancha urbana } t1 - \text{Área da mancha urbana } t2) / (\text{Área da Mancha urbana } t1 + 1) \times (1 / \text{número de anos do período}) - 1}{}$$

[% / %]

- Fundamentação

Um crescimento acelerado da mancha urbana pode ter um impacto negativo no ambiente e sobrecarregar as infraestruturas atuais, exacerbando ou criando congestionamento no tráfego e acesso inadequado a serviços e equipamentos.

#### Parâmetros de referência:



## 1.4. Bem-Estar Socioeconômico, Morfologia Urbana e Estruturação Territorial

### 1.4.1. Forma Urbana

#### 1.4.1.4. Crescimento da mancha urbana x crescimento demográfico

- Definição

Percentual de incremento da mancha urbana em relação ao Percentual de incremento demográfico. Compara a variação de densidade populacional em relação ao território.

- Metodologia

$$\frac{((\text{Área da Mancha urbana t2} - \text{Área da mancha urbana t1}) / \text{Área da mancha urbana t1})}{((\text{N}^\circ \text{ habitantes de t2} - \text{N}^\circ \text{ habitantes t1}) / \text{N}^\circ \text{ habitantes t1})}$$

[% / %]

- Fundamentação

A relação entre o crescimento da mancha urbana e o crescimento demográfico é complexa e nem sempre diretamente proporcional. O estudo do crescimento urbano do município possibilita identificar tendências quanto à expansão preferencial da mancha urbana, que nem sempre acompanha o crescimento populacional.

Parâmetros de referência:



## 1.4. Bem-Estar Socioeconômico, Morfologia Urbana e Estruturação Territorial

### 1.4.1. Forma Urbana

#### 1.4.1.5. Crescimento da densidade populacional bruta x densidade residencial bruta

- Definição

Percentual de incremento na densidade populacional em relação ao Percentual de incremento residencial.

- Metodologia

$$\frac{((N^\circ \text{ de habitantes } t2 - N^\circ \text{ habitantes } t1) / ((N^\circ \text{ de economias residenciais } t2 - N^\circ \text{ de economias residenciais } t1) / N^\circ \text{ de economias residenciais } t1))}{\% / \%}$$

- Fundamentação

A relação entre o crescimento da densidade populacional bruta e o crescimento da densidade residencial bruta pode variar dependendo de como a população está distribuída nas diferentes áreas de uma cidade ou região. Se o número de pessoas aumentar rapidamente em relação à disponibilidade de unidades residenciais, a densidade populacional bruta aumentará mais rapidamente do que a densidade residencial bruta, indicando uma possível escassez de habitação. Por outro lado, se houver uma ampla oferta de unidades residenciais em relação à população, a densidade residencial bruta pode ser alta, enquanto a densidade populacional bruta pode ser menor.

Parâmetros de referência: (necessitam revisão)



## 1.4. Bem-Estar Socioeconômico, Morfologia Urbana e Estruturação Territorial

### 1.4.2. Densidade

#### 1.4.2.1. Densidade residencial (bruta)

- Definição

Pode ser avaliada em diferentes escalas em que as características do tecido devem envolver gradientes de densidade, para, ao mesmo tempo, viabilizar economicamente a implementação das infraestruturas (como a rede de esgoto), manter a qualidade de vida e assegurar, a reprodução da cultura e hábitos presentes em diferentes territórios municipais.

- Metodologia

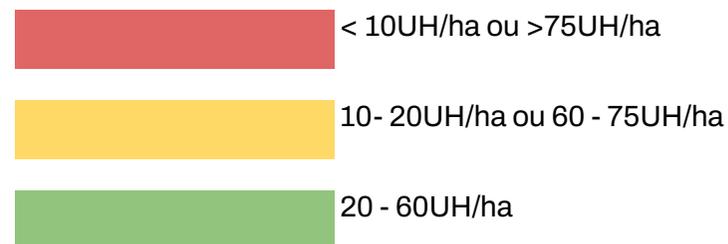
Nº de economias residenciais / Área da mancha urbana

[economias residenciais / ha]

- Fundamentação

Tomando como base o CPI e o ESCI, uma densidade menor de 20 UH/ha (70 hab/ha) gera problemáticas de urbanização dispersa, como altos custos de implantação, por outro lado uma densidade maior 60 UH/ha (210 hab/ha) pode gerar problemas de sobrecarga na infraestrutura, como no sistema viário, no abastecimento de água ou a sobreocupação dos espaços de uso público.

#### Parâmetros de referência:



## 1.4. Bem-Estar Socioeconômico, Morfologia Urbana e Estruturação Territorial

### 1.4.2. Densidade

#### 1.4.2.2. Densidade residencial (líquida)

- Definição

Expressa a relação entre o número total de economias residenciais e àrea ocupada pelo solo privado (lotes ou quadras)

- Metodologia

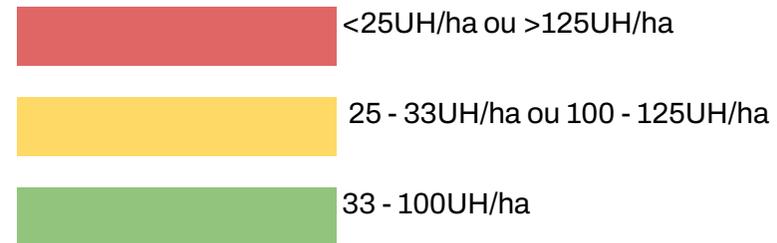
$$\text{N}^\circ \text{ de economias residenciais} / \text{Área de solo privado}$$

[residências / ha]

- Fundamentação

Para garantir que um tecido urbano atinja uma certa tensão organizacional, é necessário que um número suficiente de população resida e seja atraída para lhe dar vida. Um intervalo de densidade populacional equilibrado varia entre 100-350 habitantes por hectare, o que se traduz em um número de moradias aproximado entre 33 e 100 unidades habitacionais por hectare (UH/ha). Densidades acima ou abaixo desses valores não são desejáveis para que o ambiente seja sustentável. O primeiro caso causa problemas como de congestionamento, e representa um custo para a população em termos de espaço e serviços públicos; o segundo (tecido disperso), causa problemas de isolamento provocando maior consumo de recursos.

#### Parâmetros de referência:



## 1.4. Bem-Estar Socioeconômico, Morfologia Urbana e Estruturação Territorial

### 1.4.3. Consolidação Morfológica

#### 1.4.3.1. Densidade construtiva

- Definição

A densidade construtiva é uma das variáveis para medir a compacidade do território, ela ajuda a determinar o grau de consolidação do tecido.

- Metodologia

Área construída / Área da mancha urbana

[m<sup>2</sup> / m<sup>2</sup>]

- Fundamentação

Criar tecidos compactos na ocupação do território aumenta a eficiência no uso dos recursos naturais e nos sistemas urbanos, também facilita a geração de padrões de proximidade, promovendo a mobilidade ativa e o aumento das relações de vizinhança entre moradores e visitantes.

Parâmetros de referência:



Fonte: Agència d'Ecologia Urbana de Barcelona; Space, Density and Urban Form;

Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.4. Bem-Estar Socioeconômico, Morfologia Urbana e Estruturação Territorial

### 1.4.3. Consolidação Morfológica

#### 1.4.3.2. Grau de consolidação morfológica

- Definição

Relação entre a área construída existente e a máxima permitida pelo Plano Regulador.

- Metodologia

$\text{Área construída} / (\text{Índice de Aproveitamento PD} / \text{Área do solo privado})$

- Fundamentação

O grau de consolidação morfológica refere-se ao nível de desenvolvimento e ocupação de uma área urbana. Ele descreve o quão densamente construído e desenvolvido é um determinado local em relação à sua capacidade máxima de ocupação. O grau de consolidação morfológica pode ser influenciado por vários fatores, como políticas de planejamento urbano, padrões de crescimento demográfico, disponibilidade de terra, restrições legais e culturais, entre outros. É importante considerar o equilíbrio entre a consolidação morfológica e a qualidade de vida, buscando uma ocupação adequada do espaço urbano que permita uma infraestrutura eficiente, espaços públicos acessíveis, qualidade ambiental e uma boa qualidade de vida para os moradores.

Parâmetros de referência:



## 1.4. Bem-Estar Socioeconômico, Morfologia Urbana e Estruturação Territorial

### 1.4.3. Consolidação Morfológica

#### 1.4.3.3. Solo destinado ao sistema viário

- Definição

Percentual de áreas destinadas ao sistema viário. Indicador obrigatório para novos loteamentos e desejável em áreas já urbanizadas.

- Metodologia

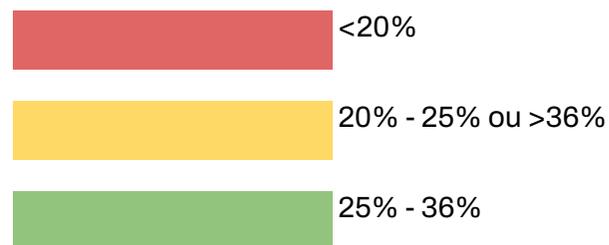
Área destinada ao sistema viário / Área da mancha urbana

[ha / ha]

- Fundamentação

É necessário destinar de 20 a 36% da área ocupada do território pelo loteamento para vias, com o objetivo de cumprir os requisitos mínimos de mobilidade, densidade de malha viária, número de interseções e espaço adequado destinado ao pedestre.

Parâmetros de referência:



Fonte: L6766 aplicada aos municípios; NUA Report Jalisco;

Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.4. Bem-Estar Socioeconômico, Morfologia Urbana e Estruturação Territorial

### 1.4.3. Consolidação Morfológica

#### 1.4.3.4. Percentual de população permanente

- Definição

Percentual da densidade de população permanente em relação à densidade mínima do território (20 economias / ha).

- Metodologia

Densidade de economias por hectare ocupadas permanentemente / Densidade mínima por hectare

$[(\text{hab} / \text{ha}) / (\text{hab} / \text{ha})]$

- Fundamentação

Contar com uma população permanente mínima gera benefícios para o território, como melhora na vitalidade urbana, segurança e o impulso econômico permanente a comércio e serviços locais. Um contingente considerável de população permanente também evita com que haja infraestrutura ociosa.

Parâmetros de referência:



Fonte: NTU;

Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

#### 1.5.1.1. Espaços públicos abertos

- Definição

Equilíbrio entre a densidade populacional e os espaços públicos abertos.

- Metodologia

Met1= Área de espaços abertos públicos / Área do tecido

Met2= Área de espaços públicos abertos do tecido / N° de habitantes

[Met1= (ha / ha)]

[Met2= (m<sup>2</sup>/ hab)]

- Fundamentação

É importante estabelecer uma proporção adequada entre a população e os espaços destinados para satisfazer as necessidades de lazer, permanência ao ar livre e interação social.

Parâmetros de referência:



## 1.5. Bem-Estar Socioeconômico, Qualidade do Ambiente Antrópico e Coesão Social

### 1.5.1. Equipamentos, Serviços e Infraestrutura

#### 1.5.1.2. Percepção espacial do verde urbano

- Definição

Percentual de superfície viária com volume verde superior a 10%. Estima o percentual de campo visual, no espaço público, ocupado pela vegetação.

- Metodologia

Superfície da via pública com volume verde superior a 10% / Superfície total da via pública

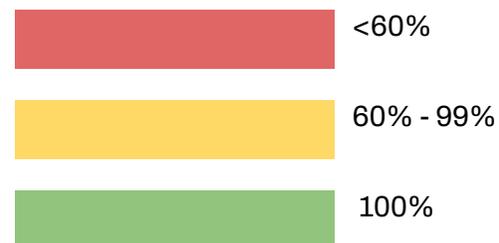
[%/ %]

- Fundamentação

A arborização é classificada em três tipos de porte: pequeno, médio e grande. Árvores de porte pequeno são aquelas cuja copa não excede 4 metros de largura, as de porte médio têm entre 4 e 6 metros de largura, e as de grande porte são aquelas que superam os 6 metros de copa.

O volume verde também é condicionado pela largura das ruas, pois isso determina a área do campo visual do pedestre. Pode ocorrer que ruas estreitas, com espécies de porte pequeno, tenham um maior percentual de volume verde do que outras ruas mais largas com árvores de porte maior.

Parâmetros de referência:



## 1.5. Bem-Estar Socioeconômico, Qualidade do Ambiente Antrópico e Coesão Social

### 1.5.1. Equipamentos, Serviços e Infraestrutura

#### 1.5.1.3. Solo público para equipamentos

- Definição

Percentual de áreas destinadas para equipamentos de uso público.

- Metodologia

Área destinada a equipamentos urbanos / Área do tecido (ou Área a ser urbanizada)

[ha / ha]

- Fundamentação

O solo destinado para equipamentos responde à massa crítica da população e às atividades que precisam ser atendidas. Novos loteamentos têm que destinar como mínimo 5% de sua área para abrigar algum tipo de equipamento público.

Parâmetros de referência:



## 1.5. Bem-Estar Socioeconômico, Qualidade do Ambiente Antrópico e Coesão Social

### 1.5.1. Equipamentos, Serviços e Infraestrutura

#### 1.5.1.4. Acessibilidade a pé: saúde, educação, lazer, comércio, serviços

- Definição

Percentual de economias residenciais a uma distância mínima ideal de equipamentos urbanos de uso cotidiano: atenção primária à saúde, média das modalidades de ensino infantil, fundamental e médio, praças e parques, comércio de conveniência.

Ver parâmetros de distância e escala na Tabela de equipamentos públicos.

- Metodologia

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de economias residenciais a uma distância mínima ideal de equipamentos analisados}}{\text{N}^\circ \text{ total de economias residenciais}}$$

[residências / residências]

- Fundamentação

A acessibilidade a pé desempenha um papel fundamental no planejamento urbano e na promoção de cidades mais sustentáveis, inclusivas e saudáveis. Ela se refere à facilidade e segurança de locomoção das pessoas a pé, tanto para atividades cotidianas quanto para o lazer. Ao priorizar o design urbano que permite e incentiva a caminhabilidade, as cidades podem criar ambientes mais agradáveis, saudáveis e equitativos para todos os seus habitantes.

Parâmetros de referência:



Fonte: NTU;

Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.5. Bem-Estar Socioeconômico, Qualidade do Ambiente Antrópico e Coesão Social

### 1.5.1. Equipamentos, Serviços e Infraestrutura

#### 1.5.1.5. Acessibilidade a pé: turismo

- Definição

Percentual de equipamentos de hospedagem que se encontram a 600m dos equipamentos de apoio ao turismo;

- Metodologia

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de equipamentos de hospedagem a 600m de equipamentos de apoio ao turismo}}{\text{N}^\circ \text{ total equipamentos de hospedagem}}$$

[residências / residências]

- Fundamentação

A relação de localização entre os equipamentos de hospedagem e os equipamentos de apoio ao turismo é importante para garantir uma experiência positiva e conveniente para os turistas. A diversificação e distribuição equitativa desses equipamentos podem contribuir para a sustentabilidade e o desenvolvimento equilibrado do turismo em uma região, evitando sobrecarregar áreas específicas e permitindo a descoberta de novos destinos e experiências.

Parâmetros de referência:



## 1.5. Bem-Estar Socioeconômico, Qualidade do Ambiente Antrópico e Coesão Social

### 1.5.1. Equipamentos, Serviços e Infraestrutura

#### 1.5.1.6. Acessibilidade por Transporte Coletivo

- Definição

Percentual de economias residenciais a 300m das paradas de ônibus;

Percentual de equipamentos urbanos (de saúde, educação, praças e parques) localizados a 300m das paradas de ônibus;

- Metodologia

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de economias residenciais a 300m de paradas de ônibus}}{\text{N}^\circ \text{ total de economias residenciais}}$$

[residências / residências]

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de equipamentos de saúde, educação, praças e parques a 300m de paradas de ônibus}}{\text{N}^\circ \text{ total equipamentos de saúde, educação e praças e parques}}$$

[equip/equip]

- Fundamentação

A acessibilidade por meio do transporte coletivo é essencial para garantir a mobilidade, inclusão social, igualdade de oportunidades e sustentabilidade nas cidades. É fundamental que os sistemas de transporte público sejam projetados e operados levando em consideração as necessidades de todas as pessoas, garantindo que elas possam se deslocar com dignidade, autonomia e segurança.

Parâmetros de referência:



Fonte: ITDP - Brasil;

Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.5. Bem-Estar Socioeconômico, Qualidade do Ambiente Antrópico e Coesão Social

### 1.5.1. Equipamentos, Serviços e Infraestrutura

#### 1.5.1.7. Acessibilidade a equipamento públicos - população permanente

- Definição

Percentual de economias residenciais de uso permanente com acesso simultâneo aos quatro tipos de equipamentos urbanos (lazer, saúde, educação e segurança) - Ver parâmetros de distância ideal e de escala na Tabela de equipamentos públicos.

- Metodologia

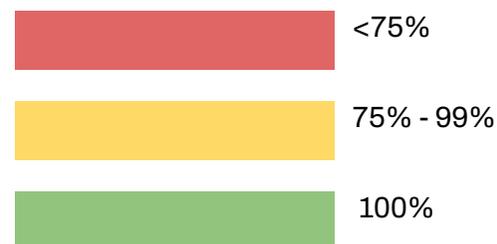
Nº de economias residenciais de uso permanente a uma distância mínima ideal de 4 tipos de equipamentos urbanos/ Nº total de economias residenciais de uso permanente

[residências / residências]

- Fundamentação

Garantir que a população tenha o maior número de equipamentos públicos básicos diferentes, de forma a poder cobrir a pé diferentes necessidades culturais, educacionais e de saúde. Uma distribuição equitativa de dotações no território reduz a mobilidade motorizada e incentiva a distribuição de serviços públicos. A proximidade simultânea mede quanta população está próxima a vários tipos de equipamentos ao mesmo tempo. Também informa sobre o grau de compactação urbana e diversidade de usos.

Parâmetros de referência:



Fonte: Agência d'Ecologia Urbana de Barcelona;

Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.5. Bem-Estar Socioeconômico, Qualidade do Ambiente Antrópico e Coesão Social

### 1.5.1. Equipamentos, Serviços e Infraestrutura

#### 1.5.1.8. Acessibilidade a equipamentos públicos - população flutuante/sazonal

- Definição

Percentual de economias residenciais de uso ocasional e de equipamentos de hospedagem com acesso simultâneo aos três tipos de equipamentos urbanos (lazer, saúde e segurança) - Ver parâmetros de distância ideal e de escala na Tabela e de equipamentos públicos.

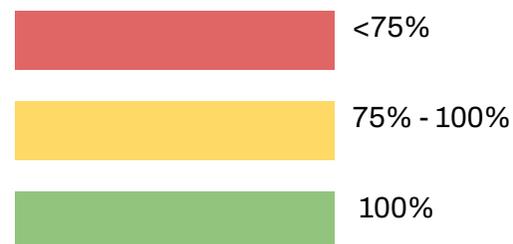
- Metodologia

$$\left( \frac{\text{N}^\circ \text{ de economias residenciais de uso ocasional a uma distância mínima ideal de 4 tipos de equipamentos urbanos} + \text{N}^\circ \text{ de habitações em equipamentos de hospedagem a uma distância mínima ideal de 4 tipos de equipamentos urbanos}}{\text{N}^\circ \text{ total de economias residenciais de uso ocasional} + \text{N}^\circ \text{ total de habitação em equipamentos de hospedagem}} \right)$$
 [residências / residências]

- Fundamentação

Uma distribuição equitativa de dotações no território reduz a mobilidade motorizada e incentiva a distribuição de serviços públicos. Entende-se por equipamento básico ou de proximidade aquele que cobre as necessidades mais cotidianas da população, e que constitui o primeiro nível de prestação de serviço, com esfera de influência que se limita ao bairro onde se encontra. A proximidade simultânea mede quanta população está próxima a vários tipos de equipamentos ao mesmo tempo, o grau de compactação urbana e diversidade de usos.

Parâmetros de referência:



Fonte: Agência d'Ecologia Urbana de Barcelona;

Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.5. Bem-Estar Socioeconômico, Qualidade do Ambiente Antrópico e Coesão Social

### 1.5.1. Equipamentos, Serviços e Infraestrutura

#### 1.5.1.9. Acessibilidade à diversidade de equipamentos de consumo

- Definição

Percentual de economias residenciais com acesso simultâneo a, no mínimo, 3 classes de comércio de bens de conveniência.

- Metodologia

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de economias residenciais a uma distância de 600m de 3 classes de comércio de bens de conveniência}}{\text{N}^\circ \text{ total de economias residenciais}}$$

[residências / residências]

- Fundamentação

A presença de atividades comerciais voltadas para o consumo de conveniência (mercado; minimercado, padaria/ confeitaria, hortifruti, açougue/ peixaria; farmácias; tabacarias e lojas de conveniências) indica que o tecido urbano é adequado para a habitação, contando com os recursos e serviços necessários para a vitalidade urbana e interação social, promovendo espaços mais seguros e caminháveis, além de evitar deslocamentos desnecessários em veículos motorizados para a realização de tarefas diárias.

Parâmetros de referência:



Fonte: Agência d'Ecologia Urbana de Barcelona - Adaptado; NTU;

Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.5. Bem-Estar Socioeconômico, Qualidade do Ambiente Antrópico e Coesão Social

### 1.5.1. Equipamentos, Serviços e Infraestrutura

#### 1.5.1.10. Acessibilidade a serviços de emergência

- Definição

Percentual de economias residenciais a 4000m (15 minutos) de serviços de emergência (SAMU, Brigada Militar e Bombeiros).

- Metodologia

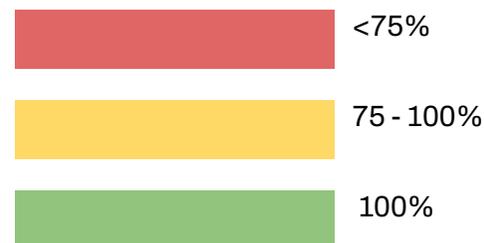
$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de economias residenciais a uma distância de 4000m de determinado serviço de emergência}}{\text{N}^\circ \text{ total de economias residenciais}}$$

[residências / residências]

- Fundamentação

A acessibilidade aos serviços de emergência é de extrema importância para garantir a segurança, proteção e bem-estar de todas as pessoas. Ao considerar as necessidades de mobilidade e comunicação de todos os indivíduos, os serviços de emergência podem responder de maneira eficaz e inclusiva, salvando vidas e mitigando os impactos de situações críticas.

Parâmetros de referência:



## 1.5. Bem-Estar Socioeconômico, Qualidade do Ambiente Antrópico e Coesão Social

### 1.5.1. Equipamentos, Serviços e Infraestrutura

#### 1.5.1.11. Dotação de equipamentos

- Definição

Percentual da população com acesso à equipamentos públicos, considerando-se a capacidade de oferta e demanda.

- Metodologia

Porcentagem da população por faixa etária atendida considerando a área / capacidade definida em tabela anexa

- Fundamentação

A oferta de equipamentos deve ser entendida como garantia da qualidade urbana e como componente fundamental para a coesão social. Deve-se assegurar que toda a população, independentemente das suas características sociodemográficas, tenha ao seu dispor uma dotação ótima de equipamentos, através de um diagnóstico quantitativo da adequação da oferta de dotações às necessidades da população. Numa análise da coesão social do ponto de vista urbano, a oferta de equipamentos utilizados pela população assume especial importância, uma vez que estes, de um ponto de vista genérico, satisfazem diversas necessidades dos habitantes.

Parâmetros de referência:



Fonte: Agència d'Ecologia Urbana de Barcelona;

Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.5. Bem-Estar Socioeconômico, Qualidade do Ambiente Antrópico e Coesão Social

### 1.5.1. Equipamentos, Serviços e Infraestrutura

#### 1.5.1.12. Oportunidade espacial aos equipamentos de uso cotidiano

- Definição

Valor total de OP (a equipamentos urbanos de uso cotidiano: atenção primária à saúde, média das modalidades de ensino infantil, fundamental e médio, praças e parques, comércio de conveniência) ponderada pela população e normalizada para os trechos de via na unidade territorial em comparação com a taxa municipal.

A oportunidade é um índice adimensional (entre 0 e 100) que mostra o quão próximo a cada segmento de via encontra-se da oferta de cada equipamento.

- Metodologia

$$\left( \frac{\text{Somatório de OP dos trechos na unidade territorial}}{\text{Número de habitantes}} \right) - \text{Taxa do município} / \text{Taxa do município}$$

- Fundamentação

O modelo de Oportunidade Espacial pode ser considerado um indicador que instrumenta a análise da equidade na oferta de equipamentos. Diferente dos indicadores isócronos, é um indicador de potencial, baseado em modelos gravitacionais. Considera-se as variáveis desagregadas: no lado da demanda (origem), identifica-se a população em faixas de renda, e no lado na oferta (destino), os serviços e/ou equipamentos desagregados por sua natureza, tamanho e complexidade. Trata-se de uma medida alternativa aos indicadores baseados em tempo/distância.

Parâmetros de referência:



Fonte: Krafta (2014); NTU

Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.5. Bem-Estar Socioeconômico, Qualidade do Ambiente Antrópico e Coesão Social

### 1.5.1. Equipamentos, Serviços e Infraestrutura

#### 1.5.1.13. Acesso à infraestrutura de saneamento

- Definição

Percentual de economias residenciais em áreas atendidas por rede de esgoto.

- Metodologia

N° de economias residenciais em área atendida por rede de esgoto / N° total de economias residenciais

[residências / residências]

- Fundamentação

Uma questão importante relacionada à escassez de infraestrutura de tratamento de esgoto na cidade é a ameaça aos serviços ecossistêmicos. A falta de estruturas básicas de saneamento adequadas pode acarretar em alterações na qualidade do meio, bem como na contaminação dos recursos hídricos pelo esgoto cloacal.

Parâmetros de referência:



Fonte: Emerging and Sustainable Cities Initiative;

Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.5. Bem-Estar Socioeconômico, Qualidade do Ambiente Antrópico e Coesão Social

### 1.5.1. Equipamentos, Serviços e Infraestrutura

#### 1.5.1.14. Residências conectadas à rede de esgoto

- Definição

Percentual de economias residenciais conectadas à rede de esgoto.

- Metodologia

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de economias residenciais com conexão à rede de esgoto}}{\text{N}^\circ \text{ total de economias residenciais}}$$

[residências / residências]

- Fundamentação

A porcentagem de domicílios com conexão domiciliar à rede de esgoto é um indicador para a cidade de saúde, higiene e qualidade de vida. A coleta e o tratamento de esgoto são componentes significativos para os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio.

Parâmetros de referência:



## 1.5. Bem-Estar Socioeconômico, Qualidade do Ambiente Antrópico e Coesão Social

### 1.5.1. Equipamentos, Serviços e Infraestrutura

#### 1.5.1.15. Residências conectadas à rede de água

- Definição

Percentual de economias residenciais conectadas à rede de abastecimento de água.

- Metodologia

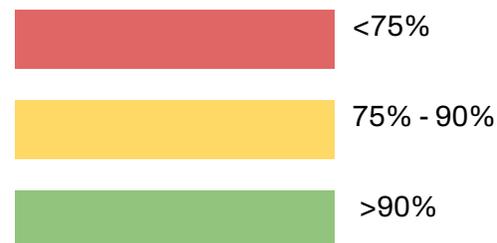
$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de economias residenciais com conexão à rede de água}}{\text{N}^\circ \text{ total de economias residenciais}}$$

[residências / residências]

- Fundamentação

O abastecimento de água limpa é absolutamente necessário para a vida e a saúde, ainda assim, muitas pessoas não têm acesso a um sistema adequado de abastecimento de água, ou o obtém apenas através de altos preços. Em muitas cidades, domicílios em assentamentos informais raramente tem conexão a uma rede, e podem contar apenas com água de fornecedores, a até 200 vezes o preço da torneira. Melhorar o acesso à água potável implica em diminuir a carga sobre as pessoas - principalmente mulheres - em coletar água. Também significa a diminuição da carga global de doenças relacionadas à água e melhoria da qualidade de vida. Esse indicador monitora o acesso à rede de água da cidade com base no pressuposto de que se forneça água potável. A falta de acesso à água potável é causa direta de muitas doenças nos países em desenvolvimento.

Parâmetros de referência:



Fonte: Emerging and Sustainable Cities Initiative;

Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.5. Bem-Estar Socioeconômico, Qualidade do Ambiente Antrópico e Coesão Social

### 1.5.1. Equipamentos, Serviços e Infraestrutura

#### 1.5.1.16. População com coleta regular de resíduos sólidos

- Definição

Percentual de população com recolhimento de resíduos sólidos pelo menos uma vez por semana.

- Metodologia

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de economias residenciais com recolhimento de resíduos sólidos semanalmente} \times \text{N}^\circ \text{ médio de pessoas por economias residenciais}}{\text{total de habitantes}}$$

[residências x pessoas / habitantes]

- Fundamentação

Muitas cidades geram mais resíduos sólidos urbanos do que tem capacidade para se desfazer. Mesmo quando os orçamentos municipais são adequados para a coleta, a eliminação segura dos resíduos coletados muitas vezes continua sendo um problema. Aterros abertos são, às vezes, o principal método de descarte em muitos países em desenvolvimento, os aterros sanitários são a norma apenas em algumas cidades.

Parâmetros de referência:



Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.5. Bem-Estar Socioeconômico, Qualidade do Ambiente Antrópico e Coesão Social

### 1.5.1. Equipamentos, Serviços e Infraestrutura

#### 1.5.1.17. Acesso à internet

- Definição

Número de assinaturas de internet de acesso fixo (por cada 100 residentes) com velocidade igual ou superior a 256 kbit/s. Esses incluem conexões fixas de DSL, fibra óptica e modem a cabo e excluem conexões de telefonia móvel.

- Metodologia

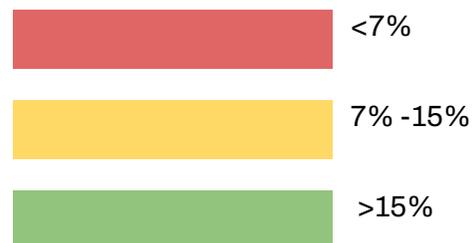
$(N^\circ \text{ de assinaturas de internet de acesso fixo com velocidade } \geq 256 \text{ kbit/s} \times 100) / \text{habitantes}$

[assinaturas / habitantes]

- Fundamentação

A medição do número de assinaturas de internet e a sua evolução permitirá a cada município avaliar e identificar problemas de acessibilidade e cobertura, oportunidades de intervenção, uso, crescimento.

Parâmetros de referência:



## 1.5. Bem-Estar Socioeconômico, Qualidade do Ambiente Antrópico e Coesão Social

### 1.5.1. Equipamentos, Serviços e Infraestrutura

#### 1.5.1.18. Consumo energético anual

- Definição

Consumo anual de energia elétrica, dividido por número de economias residenciais.

- Metodologia

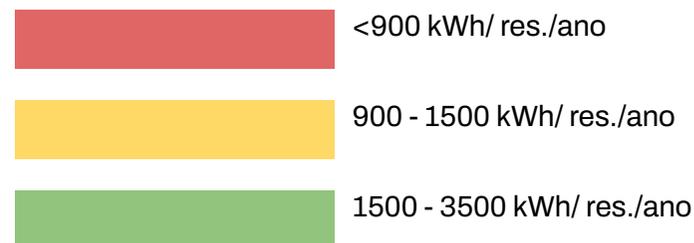
Consumo anual residencial de energia elétrica / N° de economias residenciais

[kWh.ano / residências]

- Fundamentação

Os serviços modernos de energia são essenciais, por exemplo, para o desenvolvimento de atividades que aumentem a renda da população mais pobre, para as necessidades básicas de saúde e educação, para muitos sistemas de abastecimento de água e para o progresso em outros aspectos dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. O alto consumo anual de eletricidade por domicílio residencial, no entanto, indica um uso insustentável de energia, por exemplo, por meio de ineficiências técnicas na transmissão e uso final, ou devido a padrões de comportamento.

Parâmetros de referência:



## 1.5. Bem-Estar Socioeconômico, Qualidade do Ambiente Antrópico e Coesão Social

### 1.5.1. Equipamentos, Serviços e Infraestrutura

#### 1.5.1.19. Residências com conexão autorizada

- Definição

Percentual de economias residenciais com conexão legal à rede de energia elétrica.

- Metodologia

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de economias residenciais com conexão autorizada}}{\text{N}^\circ \text{ total de economias residenciais}}$$

[residências / residências]

- Fundamentação

Os serviços modernos de energia são essenciais, por exemplo, para o desenvolvimento de atividades que aumentem a renda da população mais pobre, para as necessidades básicas de saúde e educação, e para muitos sistemas de abastecimento de água. O cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio requer acesso a pelo menos três tipos de serviços de energia: a) para preparação de alimentos, b) para iluminação e eletrodomésticos, a fim de apoiar atividades domésticas e comerciais, e a provisão de serviços sociais, e c) mecânica, para operar equipamentos agrícolas e de processamento de alimentos, realizar irrigação complementar, apoiar empresas e outros usos produtivos, além de e transportar bens e pessoas.

Parâmetros de referência:



Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.5. Bem-Estar Socioeconômico, Qualidade do Ambiente Antrópico e Coesão Social

### 1.5.1. Equipamentos, Serviços e Infraestrutura

#### 1.5.1.20. Parâmetros mínimos de iluminação pública

- Definição

Percentual de espaços públicos e sistema viário com iluminação adequada. (A correta instalação de aparelhos de iluminação urbana devem cumprir os requisitos estabelecidos pela ABNT NBR 5101)

- Metodologia

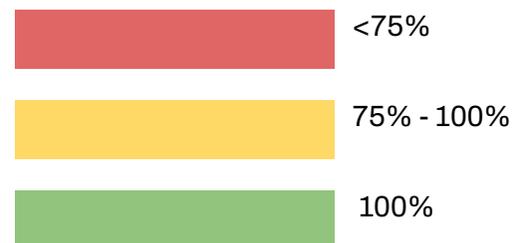
Espaço público com iluminação adequada / Espaço público total

[m<sup>2</sup> / m<sup>2</sup>]

- Fundamentação

Espaços urbanos bem iluminados são mais seguros, porém tem que se evitar o fluxo de luz desnecessária para proteger ao máximo possível as condições naturais do ambiente noturno.

#### Parâmetros de referência:



## 1.5. Bem-Estar Socioeconômico, Qualidade do Ambiente Antrópico e Coesão Social

### 1.5.2. Desenvolvimento Socioeconômico

#### 1.5.2.1. População abaixo da linha da pobreza

- Definição

Percentual dos habitantes abaixo da linha da pobreza.

- Metodologia

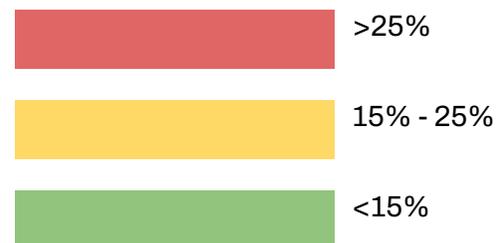
Habitantes abaixo da linha da pobreza / Habitantes totais

[habitantes/ habitantes]

- Fundamentação

O indicador fornece informações sobre o progresso em direção à redução da pobreza, um objetivo central é requisito do desenvolvimento sustentável. A taxa de pobreza é uma das principais medidas dos padrões de vida e atrai a atenção exclusivamente para os pobres. A porcentagem da população da cidade que vive abaixo da linha de pobreza é um indicador de equidade social na forma de grande desigualdade de riqueza e indica uma qualidade de vida limitada. A erradicação da pobreza é um componente essencial dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio.

Parâmetros de referência:



Fonte: Emerging and Sustainable Cities Initiative;

Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

#### 1.5.2.2. Segregação socioespacial

- Definição

Percentual de economias residenciais situadas em assentamentos informais (que não oferecem segurança da posse, apresentam falta de acesso à infraestrutura urbana e a serviços básicos, e que não cumprem regulamentos do planejamento e construção) em relação ao número total de economias residenciais.

- Metodologia

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de economias residenciais em assentamentos informais}}{\text{N}^\circ \text{ total de economias residenciais}}$$

[residências/ residências]

- Fundamentação

A porcentagem de moradias localizadas em assentamentos informais é um indicador da proporção de moradias da cidade que são precárias ou inseguras. As evidências mostram que os assentamentos informais estão crescendo e se tornando características permanentes das paisagens urbanas. Este indicador é útil para diagnosticar problemas de planejamento urbano e seus serviços potenciais relacionados, propriedade, transporte, segurança e implicações legais.

Parâmetros de referência:



## 1.5. Bem-Estar Socioeconômico, Qualidade do Ambiente Antrópico e Coesão Social

### 1.5.2. Desenvolvimento Socioeconômico

#### 1.5.2.3. Índice de Gini de renda

- Definição

Medida de desigualdade em que: 0 corresponde total igualdade e 1 corresponde a máxima desigualdade.

- Metodologia

Medição Índice de Gini

- Fundamentação

O Índice de Gini de renda é um indicador de desigualdade. A desigualdade pode ter efeitos negativos na sociedade, como por exemplo, levar a uma alta da criminalidade. A alta desigualdade também pode indicar uma governança deficiente.

Parâmetros de referência:



Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.5. Bem-Estar Socioeconômico, Qualidade do Ambiente Antrópico e Coesão Social

### 1.5.2. Desenvolvimento Socioeconômico

#### 1.5.2.4. Condições de habitabilidade

- Definição

Percentual de economias residenciais que não respeitam o padrão de habitabilidade definido pelo país. Fatores: localização em áreas impróprias (área de inundação, APP, aterros, áreas industriais poluídas, áreas sob linhas de transmissão) e qualidade da construção e respeito do código de obras.

- Metodologia

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de economias residenciais sem habitabilidade}}{\text{N}^\circ \text{ total de economias residenciais}}$$

[residências/ residências]

- Fundamentação

Domicílios localizados em aglomerados subnormais geralmente ocupam unidades habitacionais abaixo do padrão, o que os expõem a altos riscos de morbidade e mortalidade. Geralmente, uma estrutura de habitação é considerada padrão ou durável quando certos materiais de construção fortes são usados para telhado, paredes e piso. Mesmo que algumas casas possam ser construídas com materiais classificados como duráveis, os moradores ainda podem não desfrutar de proteção adequada contra o tempo e o clima devido ao estado geral da habitação ou à sua localização.

Parâmetros de referência:



## 1.5. Bem-Estar Socioeconômico, Qualidade do Ambiente Antrópico e Coesão Social

### 1.5.2. Desenvolvimento Socioeconômico

#### 1.5.2.5. Acesso à moradia

- Definição

Percentual de famílias sem residência.

- Metodologia

$(N^\circ \text{ de famílias} - N^\circ \text{ de economias residenciais}) / N^\circ \text{ de famílias}$

- Fundamentação

Este indicador estima a quantidade de moradias que devem ser construídas para que haja uma relação de um para um entre o número de moradias adequadas disponíveis e o número de famílias que precisam de moradia.

Parâmetros de referência:



Fonte: Emerging and Sustainable Cities Initiative;

Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.5. Bem-Estar Socioeconômico, Qualidade do Ambiente Antrópico e Coesão Social

### 1.5.2. Desenvolvimento Socioeconômico

#### 1.5.2.6. Adequação locacional em relação à áreas de riscos físicos-naturais

- Definição

Percentual de economias residenciais danificadas por inundações, enchentes, escorregamentos, solapamentos, erosão, assoreamento, etc., nos últimos 10 anos.

- Metodologia

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de economias residenciais danificadas dos últimos 10 anos}}{\text{N}^\circ \text{ total de economias residenciais}}$$

[residências/ residências]

- Fundamentação

Domicílios construídos inadequadamente em locais expostos, aumentam riscos para os cidadãos e o custo da reconstrução em caso de desastres naturais. Este indicador mede a porcentagem de economias residenciais críticas nas cidades que provavelmente serão afetadas.

Parâmetros de referência:



## 1.5. Bem-Estar Socioeconômico, Qualidade do Ambiente Antrópico e Coesão Social

### 1.5.2. Desenvolvimento Socioeconômico

#### 1.5.2.7. Evolução dos problemas habitacionais

- Definição

Comparativo do mapeamento de problemas habitacionais (intervalo mínimo de 5 anos). São consideradas áreas com problemas habitacionais aquelas localizadas em aglomerados subnormais, invasões, loteamentos clandestinos e loteamentos irregulares.

- Metodologia

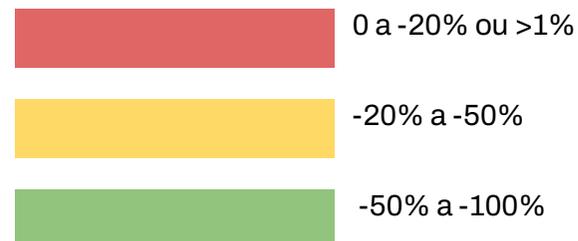
(Áreas com problemas habitacionais t2 - Área com problemas habitacionais t1) / Área com problemas habitacionais t1

[km<sup>2</sup>/ km<sup>2</sup>]

- Fundamentação

Os problemas relativos à habitação de interesse social transcende a oferta de moradia e abrangem a oferta de infraestruturas de saneamento e mobilidade, serviços urbanos e equipamentos sociais. O equacionamento destes problemas auxilia na redução da segregação socioeconômica, no fomento à coesão social e na proteção ao ambiente natural.

Parâmetros de referência:



Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

## 1.5. Bem-Estar Socioeconômico, Qualidade do Ambiente Antrópico e Coesão Social

### 1.5.2. Desenvolvimento Socioeconômico

#### 1.5.2.8. Habitação de interesse social

- Definição

Percentual de economias residenciais vinculadas às políticas de Habitação de Interesse Social.

- Metodologia

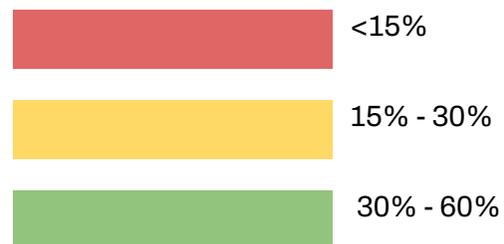
$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de economias residenciais vinculadas a programas de HIS}}{\text{N}^\circ \text{ total de economias residenciais}}$$

[residências/ residências]

- Fundamentação

Ações voltadas para a habitação de interesse social garantem a oportunidade de moradia digna para todos os cidadãos, são o ponto estratégico para evitar a segregação socioespacial.

Parâmetros de referência:



#### 1.5.2.9. Distribuição de faixa etária

- Definição

Proporção de população entre >65 anos e <15 anos, procurando uma distribuição igualitária das faixas etárias da população.

- Metodologia

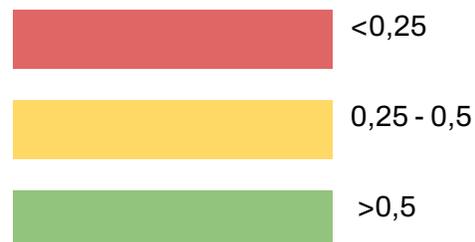
População acima de 65 anos / População de até 15 anos

[habitantes/ habitantes]

- Fundamentação

Este indicador busca o equilíbrio da população de diferentes idades de um mesmo bairro ou área de estudo em relação à cidade como um todo. Aumentar a coesão de grupos de diferentes idades através do contato no mesmo espaço físico.

Parâmetros de referência:



#### 1.5.2.10. Razão da dependência de faixa etária

- Definição

Proporção da população idosa (65 anos) em relação à população potencialmente produtiva (entre 15 e 64 anos de idade).

- Metodologia

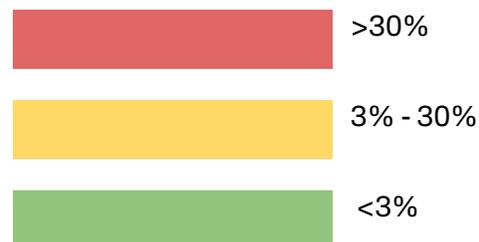
População acima de 65 anos / População entre 15 e 64 anos

[habitantes/ habitantes]

- Fundamentação

O índice de envelhecimento indica a relação quantitativa entre os idosos e os mais jovens em um determinado território. Permite que sejam apreciadas as mudanças decorrentes do processo de envelhecimento: revelam as mudanças nas demandas sociais, especialmente no plano da saúde e da assistência social, e no sentido das transferências intergeracionais. É importante buscar um equilíbrio entre populações de diferentes faixas etárias dentro de uma região ou bairro em relação ao todo de uma cidade. Aumentar a coesão dos grupos de diferentes idades a partir do contato no mesmo espaço físico é benéfico para a dinâmica da cidade.

Parâmetros de referência:



## 1.5. Bem-Estar Socioeconômico, Qualidade do Ambiente Antrópico e Coesão Social

### 1.5.2. Desenvolvimento Socioeconômico

#### 1.5.2.11. Equilíbrio entre atividade econômica e residência

- Definição

Área construída não residencial em relação a área construída total.

- Metodologia

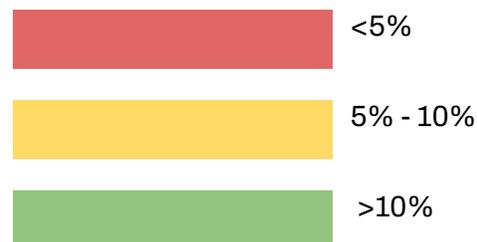
Área construída de uso comercial, terciário e produtivo / Área construída total

[m<sup>2</sup>/ m<sup>2</sup>]

- Fundamentação

Os setores monofuncionais geram um número elevado de viagens em veículos motorizados, a coexistência entre funções, além de diminuir esses deslocamentos, atenua também o contraste da concorrência entre noite e dia e entre dias úteis e feriados, favorecendo assim a ocupação do espaço público 24 horas por dia. Para se conseguir essa dinâmica é necessário que a atividade econômica esteja integrada nos bairros residenciais, e que sejam fornecidos espaços que possam acolher atividades com diferentes formatos e tipologias.

Parâmetros de referência:



Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

#### 1.5.2.12. Atividades comerciais no térreo

- Definição

Área mínima destinada para uso comercial no térreo.

Aplicação em Corredores de Estruturação Urbana e em Áreas de Centralidade (Polígonos de Intervenção Prioritária).

- Metodologia

Área construída comercial no térreo / Área construída total no térreo

[m<sup>2</sup>/ m<sup>2</sup>]

- Fundamentação

Térreos com residências ou estacionamento não estimulam a ocupação dos espaços públicos subjacentes. Áreas com atividades de comércio e serviços são essenciais para a vitalidade urbana, que ocasiona melhora na segurança e o surgimento de novas áreas de centralidade.

Parâmetros de referência:



## 1.5. Bem-Estar Socioeconômico, Qualidade do Ambiente Antrópico e Coesão Social

### 1.5.2. Desenvolvimento Socioeconômico

#### 1.5.2.13. Fachada ativa

- Definição

Porcentagem da extensão da face da quadra com conexão visual com as atividades no interior dos edifícios.

Aplicação em Corredores de Estruturação Urbana e em Áreas de Centralidade (Polígonos de Intervenção Prioritária).

- Metodologia

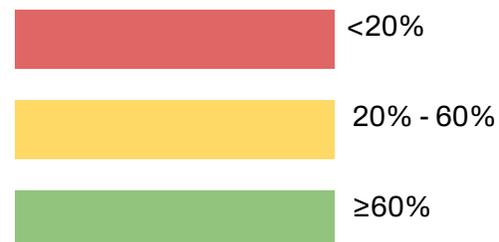
Comprimento da face da quadra com fachada ativa / Comprimento total da face da quadra

[m/ m]

- Fundamentação

A fachada ativa promove a dinamização dos passeios e fortalece a vitalidade urbana dos espaços públicos, ampliando o controle social de seus usos. A face de quadra visualmente ativa é definida através da extensão de elementos que permitem conexão visual com as atividades no interior dos edifícios, localizados entre o térreo e o primeiro andar em toda a quadra. É reconhecida sob a forma de janelas e paredes parcial ou completamente transparentes, além de espaço aberto acessível.

Parâmetros de referência:



Município	Macrozona	UGPA	UV	Quadra	Lote
-----------	-----------	------	----	--------	------

#### 1.5.2.14. Emprego informal

- Definição

Porcentagem da população empregada informalmente em relação ao total de população empregada.

Consideram-se trabalhadores informais aqueles que estão ocupados, mas sem carteira assinada ou sem registro de CNPJ, além de trabalhadores que ajudam em negócios familiares sem remuneração. (IBGE, 2022)

- Metodologia

População empregada informalmente / N° total de população empregada

[habitantes/ habitantes]

- Fundamentação

Indicadores de emprego informal são fundamentais para compreender a realidade do mercado de trabalho, monitorar as condições de trabalho, identificar vulnerabilidades e desigualdades, formular políticas públicas adequadas e planejar o desenvolvimento econômico. Ao analisar e abordar o emprego informal, é possível promover a inclusão social, melhorar as condições de trabalho e criar oportunidades de emprego mais dignas e sustentáveis.

Parâmetros de referência:



		Área		Distância		Escala				Faixa Etária					População		Uso	
		Área Min.	Hab.	TEMPO (MIN) 5km/h (a pé)	m	Regional	Municipal	Macrozona	UV	0-5	6-14	15-17	18-65	>65	Público	Privado	Permanente	Sazonal
EDUCAÇÃO	Ensino Infantil	3.000	300	8	600													
	Ensino Fundamental	8.000	1.050	8	600													
	Ensino Médio	11.000	1.440	12	1.000													
	Ensino Superior			60*	50.000*													
SAÚDE	Posto de Saúde	360	3.000	10	800													
	Centro de Saúde	2.400	30.000	10	800													
	Geriatria / Centro de Idosos			60	5.000													
	Hospital Regional	31.000	200.000	30*	25.000*													
SEGURANÇA	Policial	900	200.000	20	2.000													
	Bombeiros	10.000	120.000	20	2.000													
SOCIAL E CULTURAL	Associações			12	1.000													
	Equipamentos Culturais (Bibliotecas, Teatros, Cinemas, Área de Exposições)			30	2.500													
	Clubes			30	2.500													
ADMIN.	Prefeitura																	
	Centro de Convenções			30	2.500													
TRANSPORTE	Estação de Transporte Público			6	300													
	Estação Rodoviária			60	5.000													
	Bicicletários			10	800													
	Aeródromo			30*	25.000*													
ESPORTE	Centro Esportivo			20	2.000													
	Equip. Esportivo de Bairro (Quadras, Pista de Skate)	600		10	800													
	Playground			10	800													
	Academia ao Ar Livre			10	800													
ESPAÇOS LIVRES	Praça	1.500	200	10	800													
	Parque	20.000	1.300	30	2.500													
ATIVIDADES COMERCIAIS	Supermercado			30	2.500													
	Mercado de Bairro, Padaria, Confeitaria, Fruteira, Açougue			10	600													
	Farmácia			10	600													
	Tabacaria / Conveniência			10	600													
	Loja de Departamento			36	3.000													

\*50km/h (DISTÂNCIA DE AUTOMÓVEL)

**Tab. 1. Tabela de Equipamentos**  
Fonte: Elaboração própria.

### 1.1.1.1. Critérios para avaliação de desempenho

Para cada indicador, bem como seus componentes e variáveis, foram desenvolvidos parâmetros de classificação, segundo as escalas de análise recomendadas para a aferição do índice, e de pontuação do desempenho. Cada unidade territorial recebe para cada variável analisada, categoria ou indicador final uma classificação dos seus valores computados em três faixas, sendo: "verde" (desejável), "amarelo" (suficiente) ou "vermelho" (insuficiente). Quando o índice não é aplicável à determinada unidade, este não recebe classificação.

Primeiramente, cada valor resultado das variáveis analisadas é classificado nas três faixas segundo os parâmetros definidos pelas referências consultadas. O parâmetro de avaliação define os objetivos mínimos e desejáveis para cada indicador, e também justifica e argumenta a seleção do indicador e dos parâmetros de avaliação. O desenvolvimento dos parâmetros envolveu um processo de construção caracterizado por uma abordagem interativa e reiterada. Sua composição foi avaliada e revisada em diferentes situações, levando em consideração a compreensão da complexidade da realidade e, ao mesmo tempo, buscando uma estrutura de parâmetros que permitisse uma aplicação eficiente e prática.

Em seguida, cada faixa recebeu uma pontuação: “verde” = 3, “amarelo” = 2, “vermelho” = 1 e “não se aplica” = 0. Em seguida, as mesmas unidades espaciais também recebem pontuações de 0 (zero) a 3 (três) para cada categoria e indicador.

Para cada categoria, a pontuação de cada unidade territorial é resultado da média aritmética simples entre o resultado das variáveis que a compõem, desconsiderando-se as variáveis as quais não se aplicam. De mesmo modo, a pontuação de cada indicador é resultado da média aritmética simples entre as categorias que o compõem. Em ambos os casos, deve-se arredondar o valor de cada segmento para o enquadramento em uma escala de quatro níveis: “0” = não se aplica, “1 a 1,67” = insuficiente, “1,68 a 2,33” = suficiente e “2,34 a 3” – desejável.



**Fig. 3. Proposta de avaliação de desempenho**

Fonte: Elaboração própria.

A partir do resultado dos indicadores mensurados, sugere-se a elaboração de análises gerais e específicas. Essas análises podem subsidiar a formulação de programas e projetos com base nas prioridades identificadas durante a aplicação do sistema de avaliação e monitoramento do território.

A análise da pontuação final dos indicadores de desempenho resulta em recomendações gerais para as unidades territoriais em estudo. Essas recomendações visam indicar as principais ações necessárias para melhorar o desempenho do indicador, podendo subsidiar a formulação de políticas municipais. Indicadores que obtiverem pontuação final considerada insuficiente devem ser alvo de ações imediatas, enquanto indicadores com avaliação final considerada suficiente ou adequada requerem ações de curto e médio prazo, bem como ações de manutenção e aprimoramento.

As análises cruzadas das pontuações nas diferentes categorias e, de forma mais detalhada, nas variáveis que as compõem, resultam em recomendações específicas. Essas recomendações são direcionadas para ações específicas a serem implementadas em relação aos aspectos identificados nos indicadores. Essas análises detalhadas fornecem uma compreensão mais precisa das áreas que exigem intervenção e orientam ações específicas para abordar os desafios identificados.

O sistema de indicadores de desempenho urbano é uma ferramenta abrangente para avaliar as condições do espaço urbano, porém apresenta um nível de complexidade que resulta em algumas limitações.

A seleção e agrupamento das variáveis nas diferentes categorias e grupos de indicadores, embora fundamentada em uma revisão abrangente de referências, introduz certa subjetividade à ferramenta. Ainda, algumas variáveis possuem naturezas distintas, o que torna desafiador alinhar e assegurar a conformidade com o conteúdo de cada categoria. Em certos casos, mensuram dados diretamente relacionados a um fenômeno avaliado na categoria, enquanto em outros casos registram aspectos que possuem uma relação aproximada, como é o caso das variáveis relacionadas à acessibilidade, dos indicadores de Bem-estar Socioeconômico.

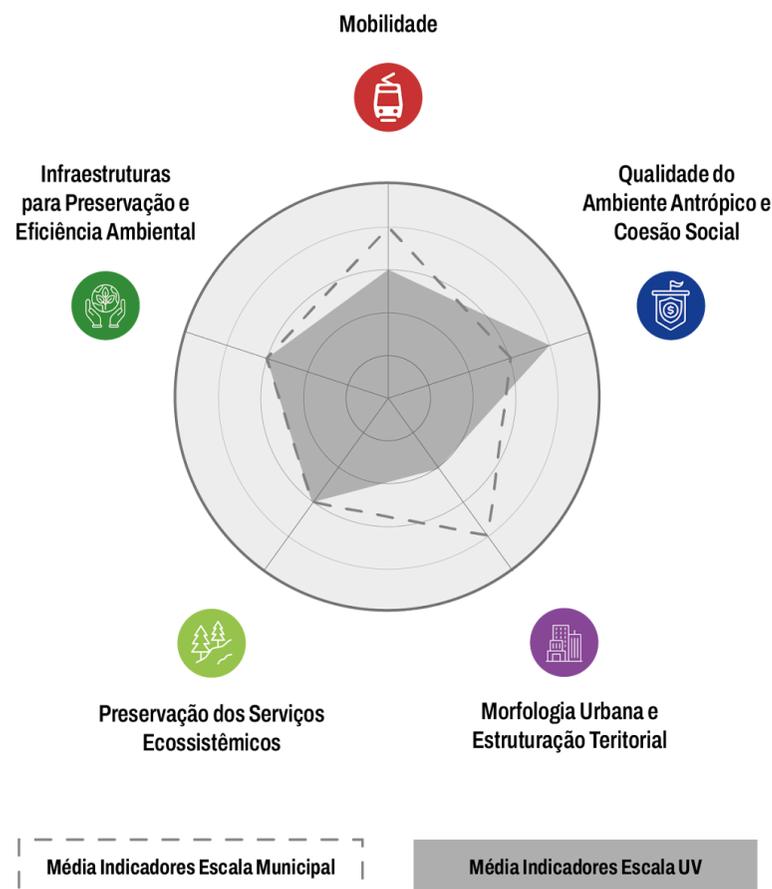
No que diz respeito aos dados, a obtenção e/ou coleta de dados de indicadores baseia-se em dados quantitativos abertos ou produzidos a partir de análises técnicas ou de pesquisa de campo. Em locais onde há restrição de recursos disponíveis e fontes de dados consolidadas, admitem-se ajustes metodológicos estruturados a partir de dados oficiais da gestão pública, desde que haja equivalência com o propósito de avaliação e com os dados de coleta de cada indicador.

Em relação à pontuação e ponderação, a metodologia desenvolvida permite a flexibilização na atribuição de pesos diferenciados às variáveis e categorias que compõem os indicadores, visto que podem ser mais ou menos relevantes, dependendo do local estudado. O método AHP (Processo de Análise Hierárquica) é uma das ferramentas multicritério de auxílio à decisão mais utilizadas por gestores e pesquisadores atualmente. Aprimoramentos futuros poderão incorporar critérios de ponderação diferenciados.

### 1.1.1.1. Avaliação de desempenho de Canela

A partir do sistema de indicadores de desempenho proposto, foram analisadas quantitativamente todas as variáveis, componentes e grupos de indicadores passíveis de serem aferidos em Canela atualmente, visto a disponibilidade e confiabilidade dos dados coletados. A seguir, apresenta-se um mapa síntese dos resultados dos indicadores por Unidades de Vizinhança. Exemplos dos resultados espacializados das classificações para cada um dos indicadores de desempenho de Canela por UV são apresentados nas Figuras 5 a 10. É apresentado também a Tabela 1.2 e 1.3 com os resultados de cada variável, componente e indicador para cada UV.

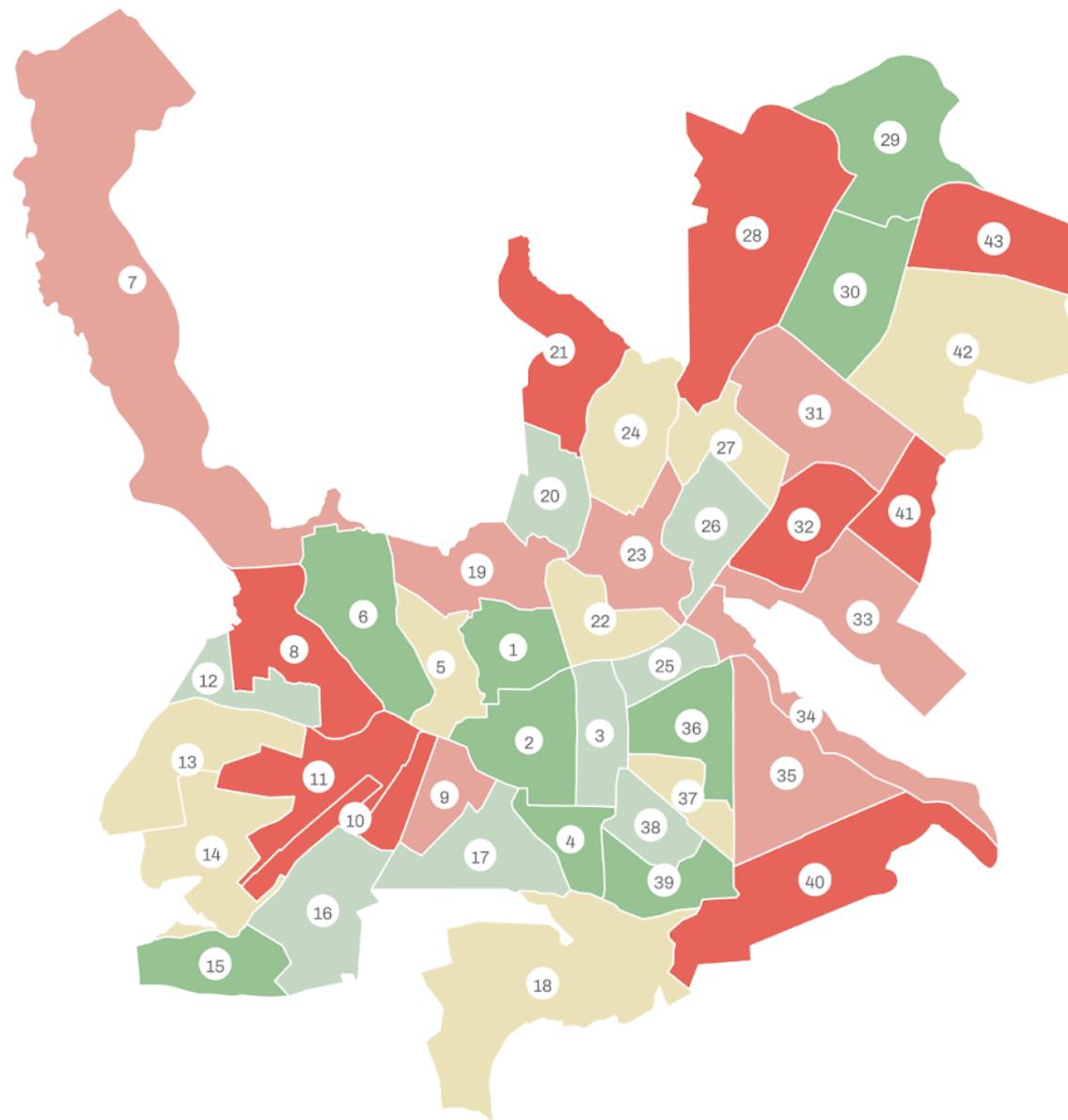
Complementarmente, apresenta-se uma síntese dos indicadores de desempenho para cada Unidade de Vizinhança de Canela por meio de “radares de desempenho” (Figuras 11 a 21). Estes radares são expressos por uma estrela de cinco pontas, sendo cada ponta representada pelo resultado de um dos indicadores de desempenho analisados, indicando a avaliação global da unidade territorial em relação a cada uma das dimensões, de forma comparativa aos valores médios do conjunto da cidade.



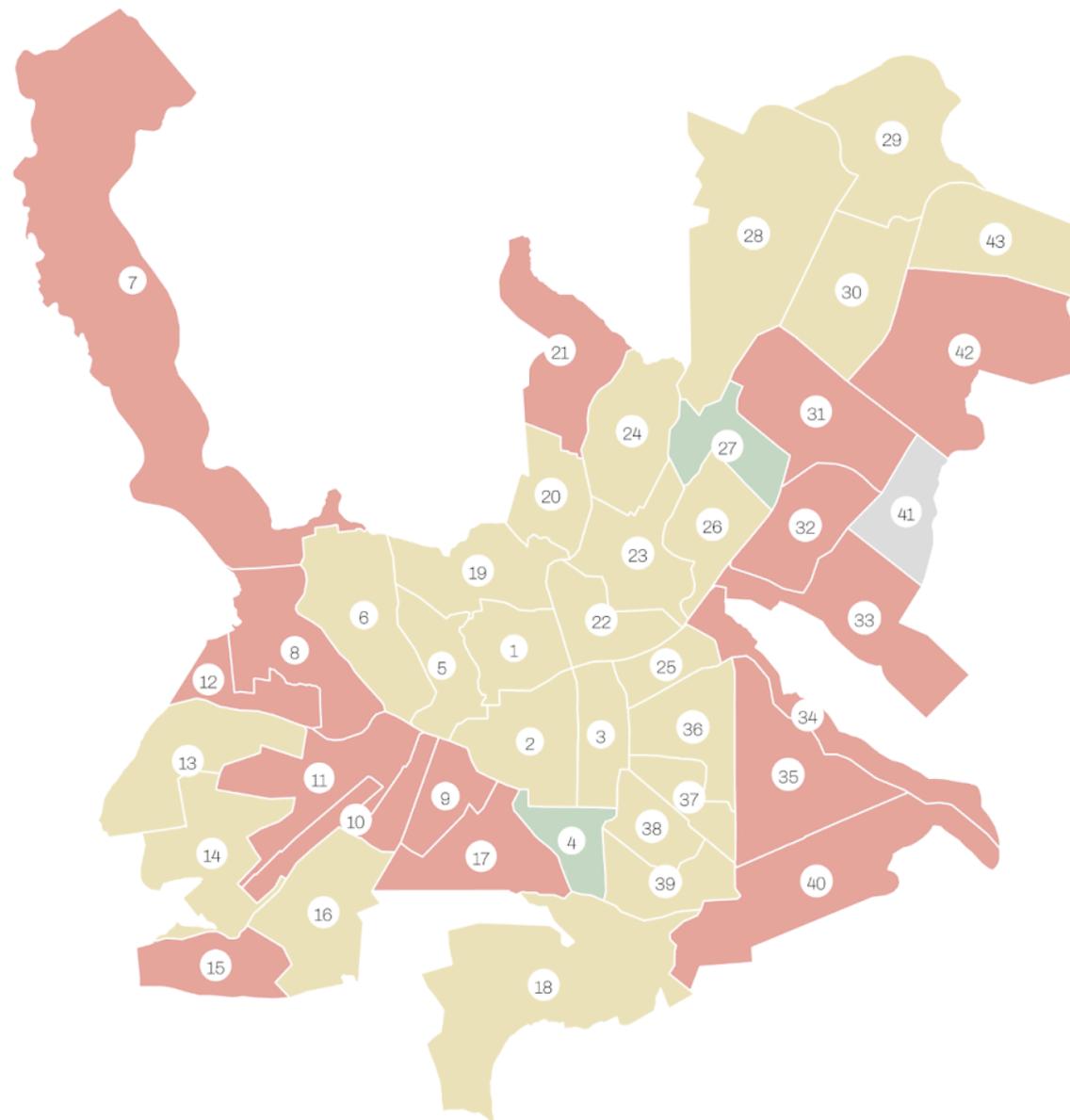
**Fig. 4. Proposta de avaliação de desempenho**  
Fonte: Elaboração própria.

Indicador   Componente   Variável	UV 01	UV 02	UV 03	UV 04	UV 05	UV 06	UV 07	UV 08	UV 09	UV 10	UV 11	UV 12	UV 13	UV 14	UV 15	UV 16	UV 17	UV 18	UV 19	UV 20	UV 21	
<b>MOBILIDADE URBANA</b>	2,1	2,1	2,1	2,4	2	1,9	1,4	1,4	1,4	1,6	1,6	1,5	1,8	1,8	1,4	1,8	1,1	2	1,9	1,9	1,4	
<b>Estrutura Viária</b>	2	2,25	2	2,5	2	1,75	1,5	1,25	1,25	1,5	1,75	1,5	1,75	2	1,25	1,75	1	1,75	1,75	2,25	1,5	
Densidade viária	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
Densidade de interseções viárias	2	2	2	3	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	2	1
Distributividade da malha viária	2	3	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	2	2	2	3	1	2	2	2	2	1
Integração dos tecidos	3	3	3	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	1	1	1	3	3	3	3	3
<b>Infraestrutura de suporte à mobilidade ativa</b>	2,25	2	2,25	2,25	2	2	1,25	1,5	1,5	1,75	1,5	1,5	1,75	1,5	1,5	1,75	1,25	2,25	2	1,5	1,25	
Deciduidade nas vias	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	1	3	2	2	2	2
Largura dos passeios	3	3	3	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1
Tamanho quadra	2	2	2	3	2	2	1	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1
Espaço do sistema viário destinado ao pedestre	2	1	2	2	2	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
<b>AMBIENTE NATURAL, SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS</b>	1,5	1	1	1	1,3	2,5	2	1,8	2	1,5	1,3	2,5	1,8	1,5	3	1,5	2,5	2	1,3	1,5	1,8	
<b>Serviços ecossistêmicos de biodiversidade relacionados às massas vegetadas</b>	1,5	1	1	1	1,5	2,5	3	2,5	2	2	1,5	2,5	2,5	2	3	2	2	3	1,5	2	2,5	
Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI)	2	1	1	1	2	3	3	3	2	2	2	3	3	2	3	2	2	3	2	2	3	
Índice de qualidade do habitat (Hqi)	1	1	1	1	1	2	3	2	2	2	1	2	2	2	3	2	2	3	1	2	2	
<b>Serviços ecossistêmicos relacionados a aspectos hidrológicos</b>	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	3	1	1	1	1	
Qualidade da água	-	-	1	-	1	-	1	1	-	1	1	-	1	1	-	1	3	1	1	1	1	
<b>AMBIENTE NATURAL, INFRAESTRUTURA PARA PRESERVAÇÃO E EFICIÊNCIA AMBIENTAL</b>	2,3	2	2	2,3	2	2,5	2	2,3	2,5	2	2	2,3	2,5	2,3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,3	2,3	2,5	
<b>Esgoto Sanitário</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Densidade de residências com fossa sumidouro	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>Drenagem Pluvial</b>	1,5	1	1	1,5	1	2	1	1,5	2	1	1	1,5	2	1,5	2	2	2	2	1,5	1,5	2	
Permeabilidade do solo privado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Índice topográfico de saturação (TWI)	2	1	1	2	1	3	1	2	3	1	1	2	3	2	3	3	3	3	2	2	3	
<b>BEM-ESTAR SOCIOECONÔMICO, MORFOLOGIA URBANA E ESTRUTURAÇÃO TERRITORIAL</b>	1,9	2,7	2,3	2,3	2	1,7	1,7	1	1	1,7	1,7	1,8	1,7	2,1	1,8	1,9	1,8	1,7	1,7	2,4	1,5	
<b>Forma urbana</b>	3	3	3	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
Crescimento da mancha urbana	3	3	3	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-
<b>Densidade</b>	1,5	3	2	2,5	1,5	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	3	2
Densidade residencial bruta	2	3	2	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	3	2
Densidade residencial líquida	1	3	2	2	1	1	1	1	1	-	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	3	2
<b>Consolidação Morfológica</b>	1,25	2	1,75	1,5	1,5	1	1	1	1	1	1	1,25	1	1,25	1,5	1,75	1,25	1	1	1,25	1	
Densidade construtiva	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
Grau de consolidação morfológica	2	2	2	2	2	1	1	1	1	-	1	2	1	2	2	3	2	1	1	1	1	1
Solo destinado ao sistema viário	1	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1
Percentual de população permanente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>BEM-ESTAR SOCIOECONÔMICO, QUALIDADE DO AMBIENTE ANTRÓPICO E COESÃO SOCIAL</b>	2,3	2,7	2,6	2,4	2,4	2,3	2	2,3	2,5	1,8	2,3	2	1,9	1,9	1,9	2,4	2,1	1,4	2	1,7	1	
<b>Equipamentos, Serviços e Infraestrutura</b>	1,8	2,7	2,6	2,1	2	1,9	1,6	2,2	2,3	1,7	2,1	1,7	1,5	1,8	2,1	2,1	2,1	1,3	1,6	1,8	1	
Espaços públicos abertos - Met01	1	1	1	1	1	2	1	3	3	1	1	1	1	3	3	3	3	1	2	1	1	
Espaços públicos abertos - Met02	2	1	1	1	1	3	1	3	3	1	2	1	1	3	3	3	3	1	3	2	1	
Solo público para equipamentos	1	3	1	1	3	3	1	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	3	1	1	
Acessibilidade a pé a equipamentos de saúde	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	-
Acessibilidade a pé a equipamentos de ensino infantil	2	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	-
Acessibilidade a pé a equipamentos de ensino fundamental	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-
Acessibilidade a pé a equipamentos de ensino médio	1	3	3	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-
Acessibilidade a pé a equipamentos de educação	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-
Acessibilidade a pé a praças e parques	2	3	3	2	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	3	2	3	1	1	3	-	
Acessibilidade a pé ao comércio de conveniência	3	3	3	3	1	1	2	2	2	3	3	3	2	3	1	1	1	1	1	3	-	
Acessibilidade a pé de hospedagens para equipamentos de apoio ao turismo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-	3	-	3	-	-	3	3	3	3	-	-	
Acessibilidade de ônibus - economias residenciais	1	3	3	3	1	3	3	3	3	1	3	3	1	3	1	1	1	1	1	3	-	
Acessibilidade de ônibus - equipamentos urbanos	1	3	3	3	-	1	3	3	3	1	3	-	-	3	-	-	3	-	3	3	-	
Acessibilidade a equipamentos públicos - população permanente	2	3	3	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	
Acessibilidade à diversidade de equipamentos de consumo	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	-
Acessibilidade a serviços de emergência	2	2	3	2	3	2	1	3	3	3	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	-
Oportunidade espacial aos equipamentos de saúde	1	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	1	1	3	3	3	3	1	1	1	1
Oportunidade espacial aos equipamentos de ensino infantil	3	3	3	3	3	3	1	3	3	1	3	1	1	1	3	3	3	1	1	1	-	
Oportunidade espacial aos equipamentos de ensino fundamental	1	3	3	3	3	3	1	3	3	1	3	1	1	1	3	3	3	1	3	1	-	
Oportunidade espacial aos equipamentos de ensino médio	1	3	3	2	3	3	1	3	3	1	2	1	1	3	3	3	3	1	1	1	-	
Oportunidade espacial as praças e parques	1	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	1	1	1	1
Oportunidade espacial ao comércio de conveniência	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	1	1	3	3	3	1	1	1	1	1
Acesso à infraestrutura de saneamento	3	2	1	2	2	1	1	1	3	1	1	2	2	1	3	1	1	1	1	1	1	-
Residências conectadas à rede de esgoto	1	3	2	3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-
Residências conectadas à rede de água	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	1	3	3	-
População com coleta regular de resíduos sólidos	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-
Acesso à internet	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-
<b>Desenvolvimento Socioeconômico</b>	2,8	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,3	2,3	2,7	2	2,5	2,3	2,3	2	1,66	2,7	2	1,5	2,3	1,5	0	
Evolução dos problemas habitacionais	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	2	-	-	-	1	-	-	1	-
Distribuição da faixa etária	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2	3	2	1	2	3	2	2	2	1	-	
Razão de dependência da faixa etária	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-
Equilíbrio entre atividades econômicas e residência	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	1	3	2	1	3	2	-	

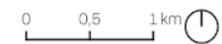


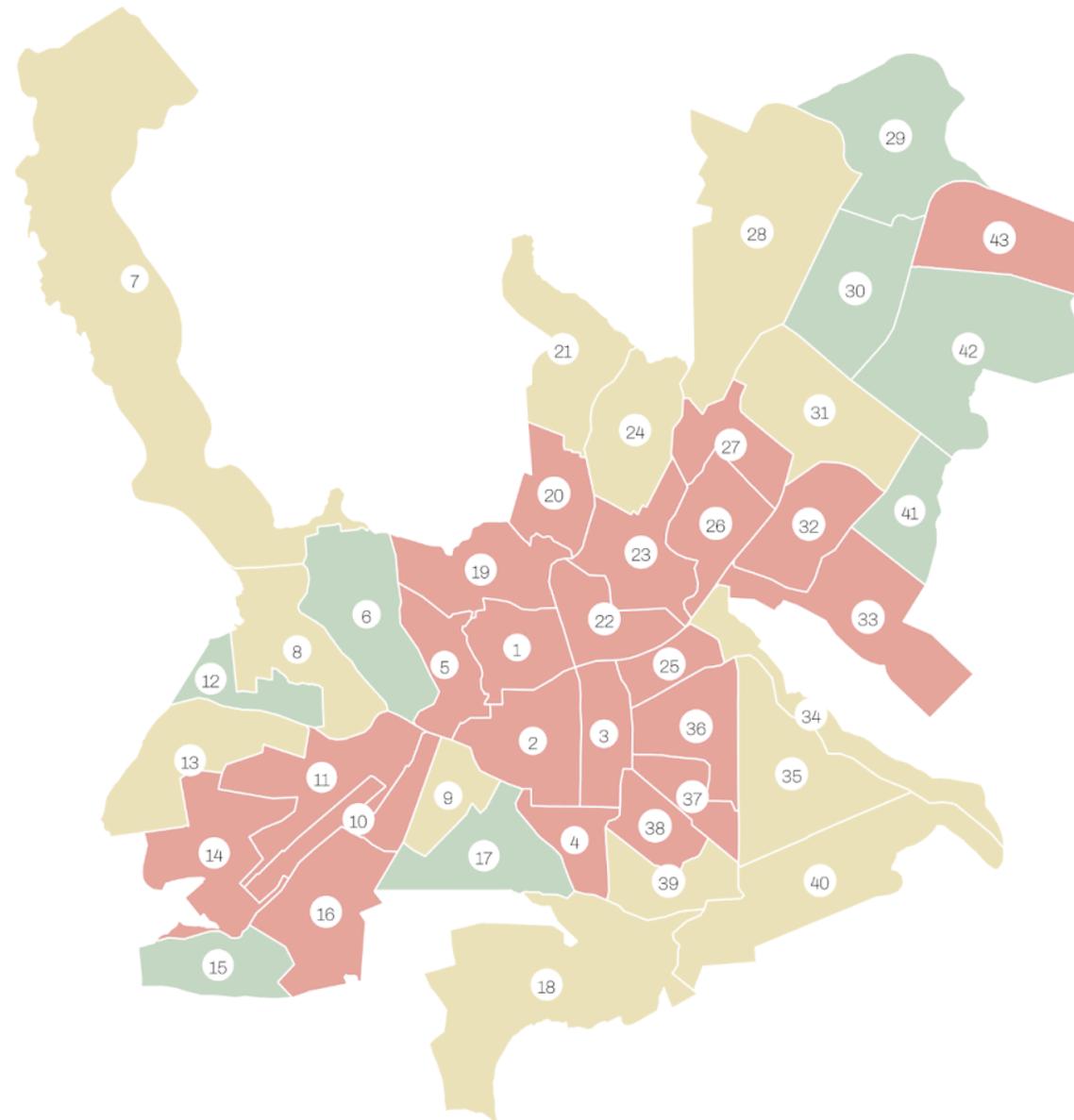


**Fig. 5. Síntese Indicadores**  
 Fonte:Elaboração própria.

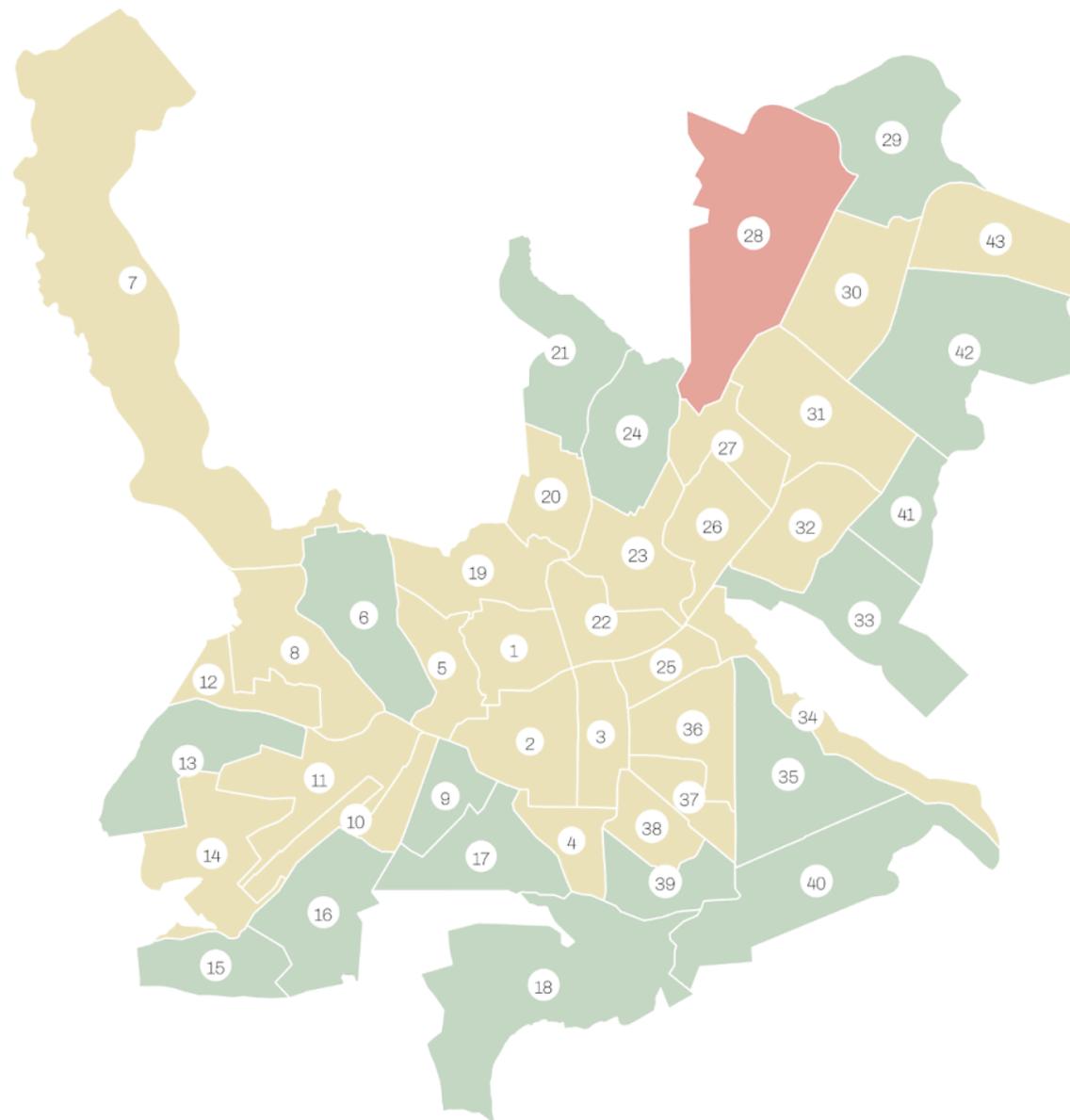


**Fig. 6. Indicador de Mobilidade Urbana por UVs**  
 Fonte: Elaboração própria.

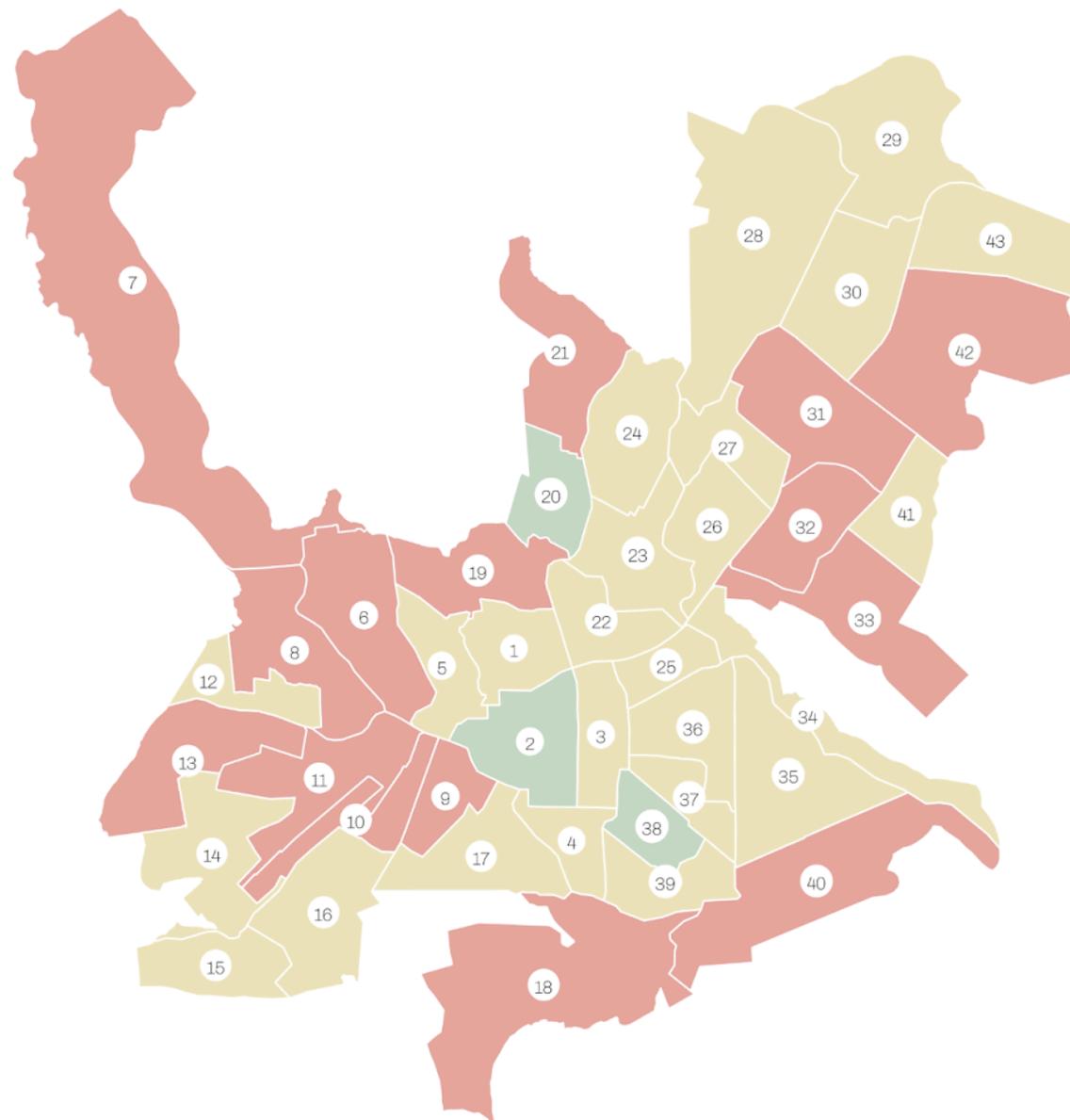




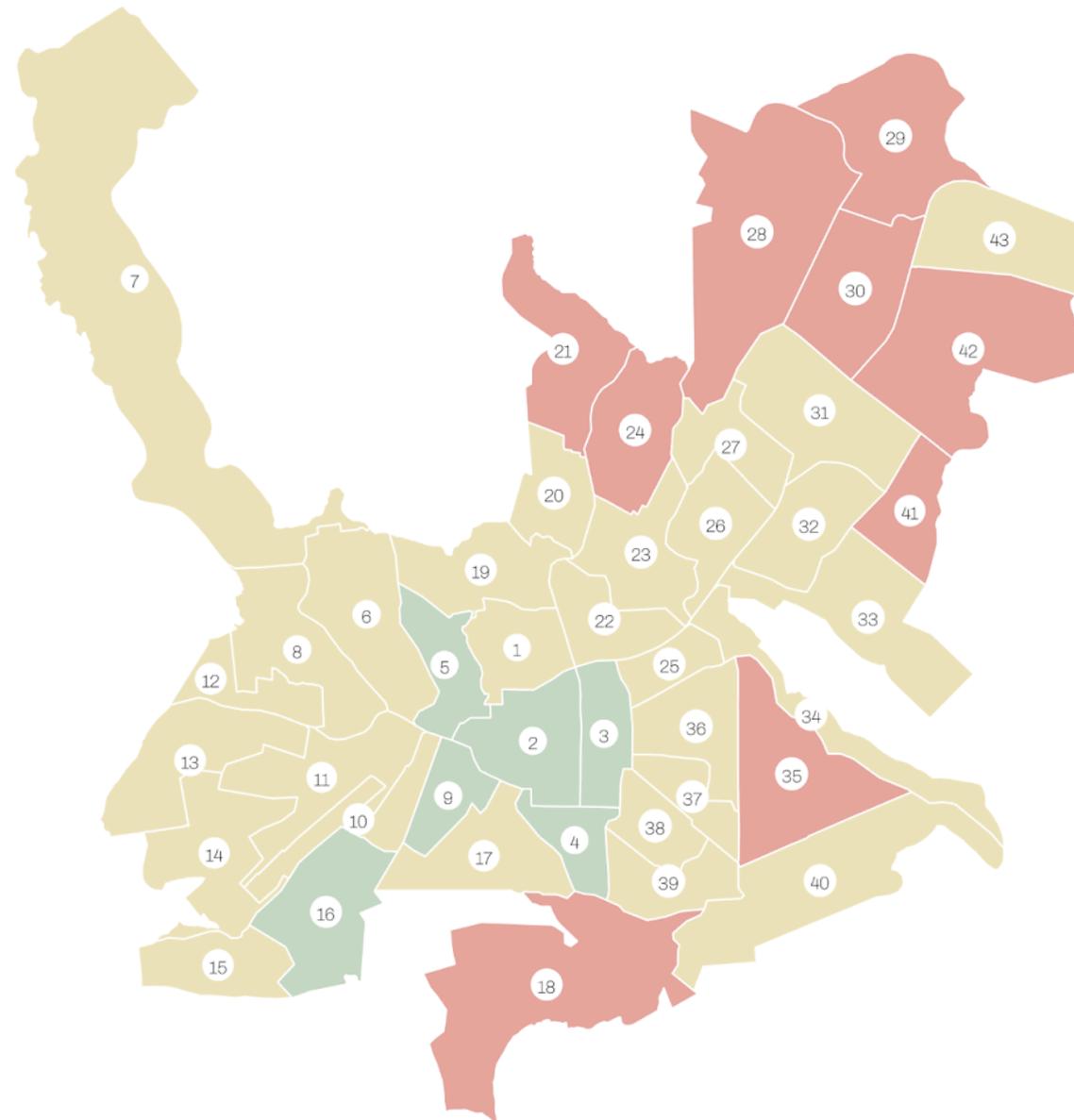
**Fig. 7. Indicador de Ambiente Natural, Preservação dos Serviços Ecosistêmicos por UVs**  
 Fonte: Elaboração própria.



**Fig. 8. Indicador de Ambiente Natural, Infraestruturas para preservação e Eficiência Ambiental por UVs**  
Fonte: Elaboração própria.



**Fig. 9. Indicador de Bem-estar Socioeconômico, Morfologia Urbana e Estruturação Territorial por UVs**  
 Fonte: Elaboração própria.



**Fig. 10. Indicador de Bem-estar Socioeconômico, Qualidade do Ambiente Antrópico e Coesão Social por UVs**  
 Fonte: Elaboração própria.

## UV 01



## UV 02

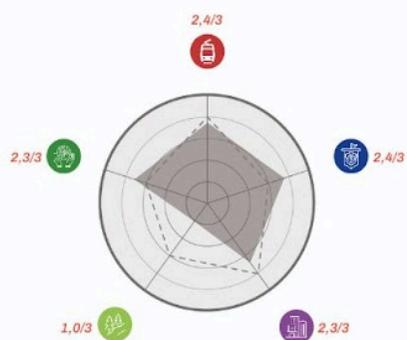


## UV 03



**Fig. 11. Radar Indicadores por UVs**  
Fonte: Elaboração própria.

## UV 04



## UV 05



## UV 06



## UV 07



Fig. 12. Radar Indicadores por UVs  
Fonte: Elaboração própria.

## UV 08



## UV 09



## UV 10



## UV 11



**Fig. 13. Radar Indicadores por UVs**  
Fonte: Elaboração própria.

## UV 12



## UV 13



## UV 14

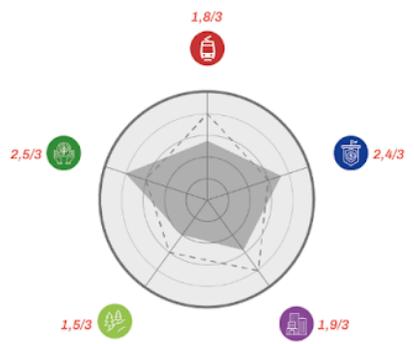


## UV 15

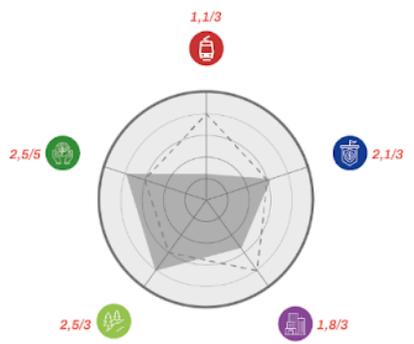


Fig. 14. Radar Indicadores por UVs  
Fonte: Elaboração própria.

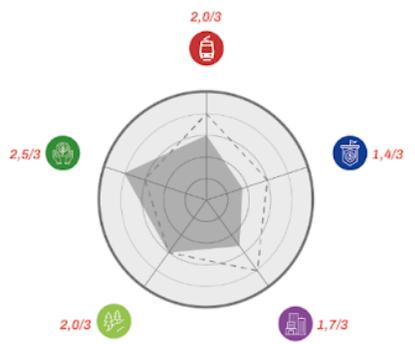
## UV 16



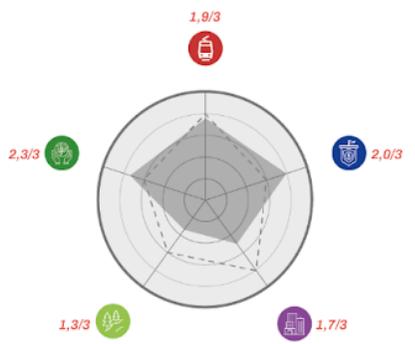
## UV 17



## UV 18



## UV 19

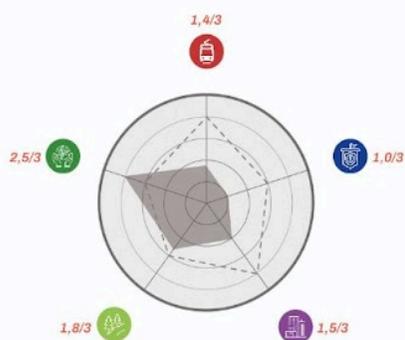


**Fig. 15. Radar Indicadores por UVs**  
Fonte: Elaboração própria.

## UV 20



## UV 21



## UV 22

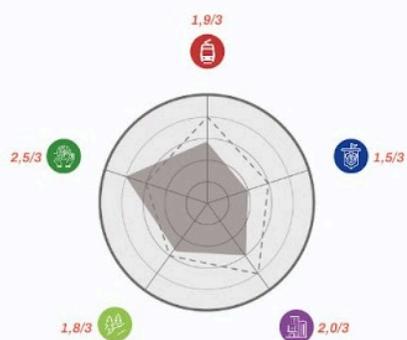


## UV 23



Fig. 16. Radar Indicadores por UVs  
Fonte: Elaboração própria.

## UV 24



## UV 25



## UV 26



## UV 27



Fig. 17. Radar Indicadores por UVs  
Fonte: Elaboração própria.

## UV 28



## UV 29



## UV 30



## UV 31



**Fig. 18. Radar Indicadores por UVs**  
Fonte: Elaboração própria.

## UV 32



## UV 33



## UV 34



## UV 35

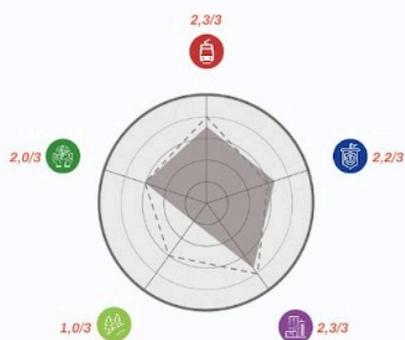


**Fig. 19. Radar Indicadores por UVs**  
Fonte: Elaboração própria.

## UV 36



## UV 37



## UV 38



## UV 39



Fig. 20. Radar Indicadores por UVs  
Fonte: Elaboração própria.

## UV 40



## UV 41



## UV 42



## UV 43



**Fig. 21. Radar Indicadores por UVs**  
Fonte: Elaboração própria.



# **ANEXO II**

# **PLANOS, PROGRAMAS E PROJETOS**

















# **ANEXO III**

# **CAPACIDADE DE SUPORTE**

# **DOS CURSOS D'ÁGUA**

Equipe Técnica:

Eng. Ambiental Iporã Possanti - CREA RS 223591



# 1. CAPACIDADE DE SUPORTE DOS CURSOS D'ÁGUA

A análise da capacidade suporte dos cursos d'água foi realizada em uma área de interesse abrangente, englobando o município de Canela. Isso decorre em função da característica hidrológica desse tipo de avaliação, que precisa considerar tanto os efeitos de jusante (morro abaixo) quanto os de montante (morro acima).

## 1.1. Análise da capacidade

Resumo dos resultados obtidos na análise da capacidade de suporte dos cursos d'água:

Camada	Descrição	Etapa
flowacc_km2_10ha	Área de drenagem produto Merit-Hydro	resultado intermediário
disph_v27nov20_snirh	Disponibilidade hídrica superficial SNIRH	resultado intermediário
drenagem_sema_25k	Rede de drenagem oficial da SEMA/RS	resultado intermediário
censo_2022_setores_dados	Setores censitários Censo Demográfico 2022	resultado intermediário
habitantes_2022	Espacialização aleatória da população	resultado intermediário
topo_dem	Modelo digital de elevação sem depressões	resultado intermediário
basins_saga_hab	Malha de bacias de drenagem ferramenta SAGA	resultado intermediário
rivers_saga	Rede de drenagem ferramenta SAGA	resultado final

**Tabela. 1. Resumo dos resultados**

Fonte: Possanti (2024).

### 1.1.1. Vazão mínima de referência

**Fundamentos.** A vazão mínima de referência para os cursos d'água considerada foi a Q95, ou seja, a vazão com probabilidade empírica de ser igualada ou superada em 95% do tempo, considerando os dados observados em estações fluviométricas. Essa é uma vazão baixa, típica de condições de estiagens (secas). Nesse sentido, o uso dessa vazão de referência é uma medida a favor da segurança.

**Métodos.** A Q95 específica (L/s por km<sup>2</sup> de área de drenagem) foi estimada a partir dos dados de vazão do produto “Disponibilidade Hídrica Superficial” (ANA, 2021). Assim, os dados de vazão por trecho de rio foram cruzados com a área de drenagem do produto Merit-Hydro (Yamazaki et al., 2019). A área de drenagem para cada trecho foi obtida pelo valor máximo amostrado com uma tolerância de 400 metros.

**Resultados.** A partir dos métodos empregados, o valor médio estimado para a Q95 específica foi de 8,6 L/s km<sup>2</sup>.

#### Referências:

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Disponibilidade Hídrica Superficial (BHO 2017 5K)**. (2021). Disponibilidade Hídrica Superficial (BHO 2017 5K) (snirh.gov.br). Acesso em 12 de Abril de 2024.

Yamazaki D., D. Ikeshima, J. Sosa, P.D. Bates, G.H. Allen, T.M. Pavelsky. **MERIT Hydro: A high-resolution global hydrography map based on latest topography datasets**. Water Resources Research, vol.55, pp.5053-5073, 2019, doi:10.1029/2019WR024873

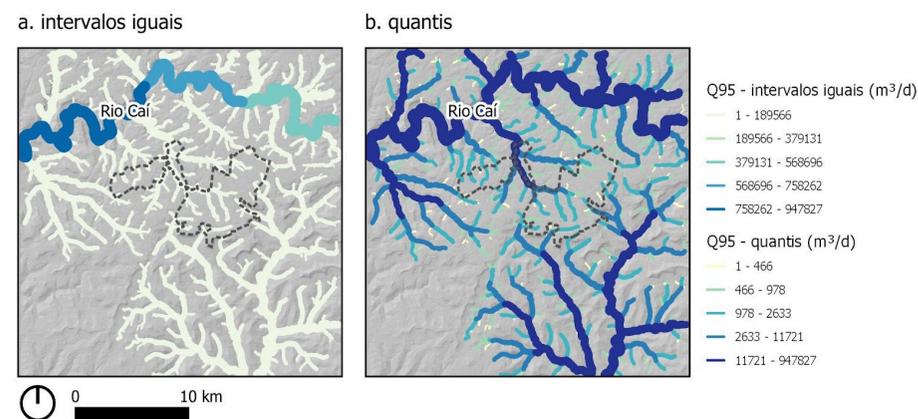
### 1.1.2. Regionalização da vazão mínima

**Fundamentos.** Uma vez obtida a vazão específica, foi realizado o mapeamento das vazões mínimas em maior detalhamento (regionalização). Os valores de vazão foram determinados trechos de rios e nas suas respectivas sub-bacias ao se multiplicar a Q95 específica (8,6 L/s km<sup>2</sup>, estimada) pela área de drenagem do trecho (km<sup>2</sup>), que inclui tanto a bacia local como todas as bacias de montante.

**Métodos.** Os trechos e sub-bacias de cursos d’água foram então obtidos por um conjunto de técnicas de geoprocessamento sobre o modelo digital de elevação (MDE) SRTM, na versão com 30 metros de resolução. Inicialmente, o modelo foi hidrologicamente condicionado pela rede de drenagem da base cartográfica da SEMA/RS e pelo preenchimento de depressões com a ferramenta “Fill Sinks - SAGA”. A seguir, o MDE foi processado pela ferramenta “Channel Network - SAGA”. O resultado dessa ferramenta consiste em camadas vetoriais de drenagem (linhas) e bacias (polígonos) com informações da topologia, ou seja, qual trecho se conecta com outro. Essas informações foram então processadas para se recuperar a área de drenagem total de cada trecho

de curso d’água. A vazão, por fim, foi determinada diretamente na tabela de atributos, nas colunas “Q95\_Ls” (para L/s) e “Q95\_Ld” (para L/dia).

**Resultados.** A Figura 1 apresenta os resultados obtidos. A vazão na rede de drenagem pode ser visualizada tanto pela tonalidade da cor quanto pela espessura do trecho. O mapa em escala de intervalos iguais deixou evidente que o curso d’água com a maior vazão disponível na região consiste no Rio Caí. Essa disponibilidade de água é desproporcional em relação a todos os outros arroios e córregos, sendo 20 mil vezes superior. Isso ocorre em razão da grande área de drenagem do Rio Caí, que se prolonga para montante até São Francisco de Paula. O mapa em escala de quantis apresenta uma visualização que realça a topologia dos cursos d’água, onde cada confluência produz a soma das vazões. Assim, fica mais claro que os Arroios Forqueta, Caracol, Angabei e o Rio Paranhana são os principais cursos d’água em termos de vazão, além do Rio Caí.



**Fig. 1. Regionalização das vazões mínimas de referência (Q95).** (a) Visualização da Q95 na classificação de intervalos iguais. (b) Visualização da Q95 na classificação dos quantis. Fonte: Possanti (2024).

### 1.1.3. Enquadramento dos cursos d’água

A literatura técnica e legal foi consultada para se obter o enquadramento dos cursos d’água na região de interesse, bem como valores referentes à matéria orgânica biodegradável (Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO) em todas as

classes de enquadramento. A Tabela 2 apresenta o enquadramento na meta final para as bacias identificadas na área de interesse (a Figura 2 exibe o mapa). A Tabela 3 demonstra os valores máximos permitidos para DBO para cada classe de enquadramento, de acordo com a legislação vigente.

Bacia	Qualidade atual	Enquadramento (intermediário)	Enquadramento (final)	Fonte
Rio Paranhana - Nascentes - Três Coroas	Classe 4	Classe 2	Classe 1	Resolução CRH 149/2014
Alto Cai - Caracol Juá - Margem Esquerda	indefinido	indefinido	Classe 2	Resolução CRH 50/2008
Alto Cai - Macaco Forqueta - Margem Esquerda	indefinido	Classe 2	Classe 2	Resolução CRH 50/2008 e CRH 53/2009

**Tab. 2. Enquadramento das bacias hidrográficas na região de interesse.**

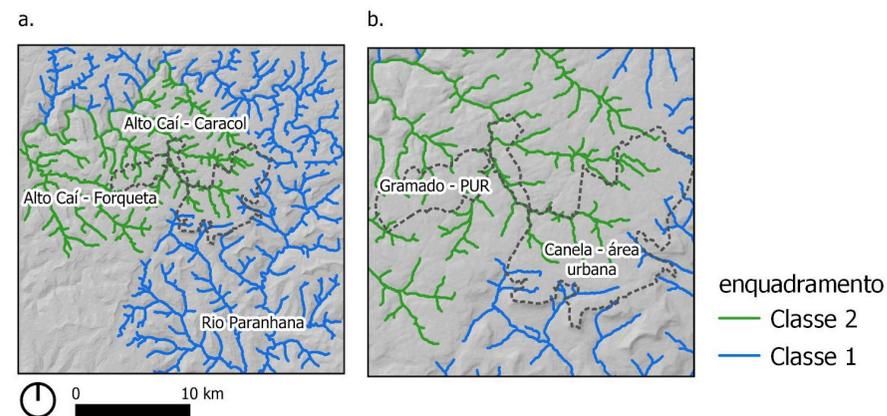
Fonte: Possanti (2024).

Valores máximos permitidos por classe de enquadramento para matéria orgânica biodegradável (DBO de 5 dias, 20°C)

Classe de Enquadramento	Valor máximo permitido (DBO de 5 dias, 20°C)	Unidades
Classe 1	3	mg DBO/L
Classe 2	5	mg DBO/L
Classe 3	10	mg DBO/L
Classe 4	acima de 10	mg DBO/L

**Tab. 3. Valores máximos permitidos por classe de enquadramento para matéria orgânica biodegradável (DBO de 5 dias, 20°C).**

Fonte: Possanti (2024).



**Fig. 2. Mapa do enquadramento (meta final).** (a) Enquadramento nas bacias hidrográficas na região. (b) Detalhe para a área de interesse (Canela - área urbana).

Fonte: Possanti (2024).

#### 1.1.4. Cenários de lançamentos do esgoto

**Fundamentos.** O enquadramento atual dos cursos d'água foi avaliado diante de dois cenários de lançamento de esgoto: o cenário 0 (c0) – sem tratamento de esgoto e cenário 1 (c1) – com tratamento de esgoto. O parâmetro de qualidade avaliado foi a matéria orgânica biodegradável (Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO).

**Métodos.** A Tabela 4 resume os valores das variáveis manipuladas para a análise do lançamento de esgotos. A vazão de esgoto por habitante foi definida a partir do padrão estabelecido na NBR 7229 (ABNT, 1993). A concentração de DBO no esgoto bruto foi calculada a partir do padrão de projeto estabelecido na NBR 12209 (ABNT, 1992) e da vazão por habitante da NBR 7229 (ABNT, 1993). A concentração de DBO no esgoto tratado foi considerada pelo padrão de lançamento estabelecido para a faixa de vazão mais baixa na Resolução CONSEMA 355.

Variável	Valor	Unidades	Fonte
Vazão de esgoto por habitante	130	L/ d hab	NBR 7229
Carga DBO do esgoto bruto	54	g/ hab d	NBR 12209
DBO esgoto bruto	415	mg DBO/L	calculado
DBO esgoto tratado	120	mg DBO/L	CONSEMA 355

**Tab. 4. Variáveis utilizadas para o cálculo da DBO no cenário de esgoto bruto e esgoto tratado.**

Fonte: Possanti (2024).

A vazão de esgoto por trecho de curso d'água foi calculada na tabela de atributos da rede de drenagem ao se multiplicar a vazão de esgoto por habitante (130 L/d hab) pelo número de habitantes total de cada trecho. Esse valor foi determinado com técnicas de geoprocessamento a partir dos dados agregados por setores censitários do Censo Demográfico 2022 (IBGE, 2024). O primeiro passo foi espacializar aleatoriamente os habitantes no interior dos polígonos dos setores censitários. A seguir, a ferramenta estatística de zonas foi empregada para se obter o total de habitantes por sub-bacia. Por fim, se determinou o número de habitantes local e a montante de cada trecho da mesma forma que se determinou a área de drenagem, usando-se as informações topológicas da rede de drenagem.

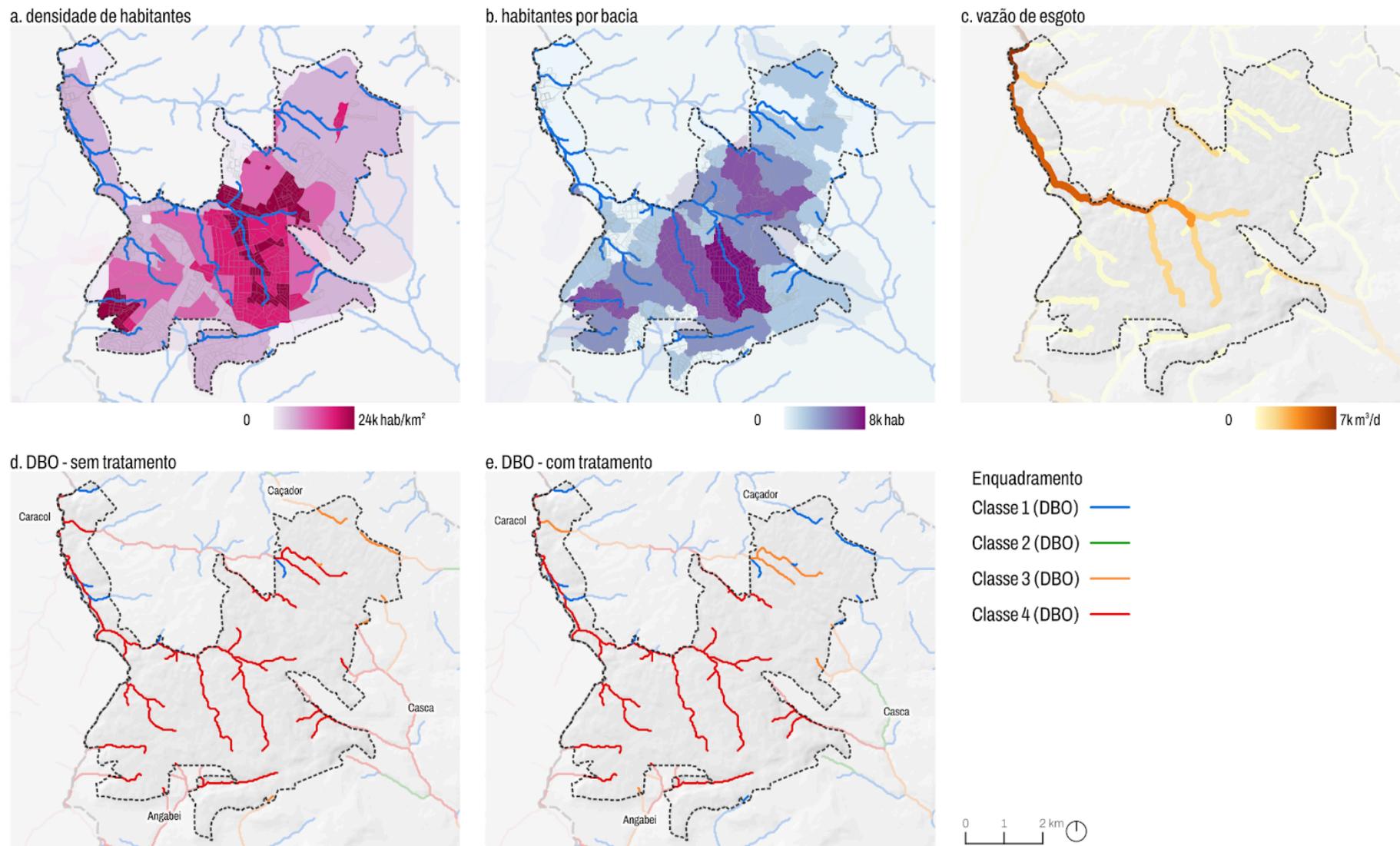
Por fim, se determinou o enquadramento atual nos dois cenários a partir da razão de diluição da vazão de esgoto pela vazão mínima de referência dos cursos d'água. A concentração de DBO no trecho, assim foi determinado pela seguinte equação:

$$Cr = Ce \times (Qe/Qe+Q95)$$

Em que Cr é a concentração de DBO no trecho de rio, Ce é a concentração de DBO no esgoto (bruto ou tratado, conforme cenário), Qe é a vazão de esgoto no trecho de rio e Q95 é a vazão mínima de referência no trecho de rio.

**Resultados.** A Figura 3 exibe os resultados obtidos para os cenários de lançamento de efluentes. O mapa de densidade de habitantes revela o padrão demográfico na região de interesse, evidenciando que Canela apresenta uma maior concentração populacional nas bacias afluentes ao Arroio Canelinha. Esse padrão de ocupação populacional se reflete no padrão de escoamento de esgoto sanitário em cada curso d'água. Por captar aportes de esgoto sanitário por diversos afluentes, foi verificado que o Arroio Caracol é o curso d'água com a maior vazão de esgoto (acima de 7 mil m<sup>3</sup> por dia), que acaba sendo lançada do Rio Caí.

O enquadramento com base na DBO dos cursos d'água nos cenários com e sem tratamento são apresentados nos detalhes “d” e “e” na Figura 3. O cenário sem tratamento demonstra que todos os cursos d'água na região se iniciam como Classe 4 desde a sua cabeceira, sendo necessárias diversas confluências para que a diluição seja suficiente para melhorar a classe de enquadramento. Ainda assim, o Arroio Caracol e Angabei seguem até o final das suas bacias com a pior qualidade (Classe 4). No caso do cenário com tratamento, a situação melhora para todos os cursos d'água, com exceção do Arroio Caracol, que permanece como Classe 4 até a sua confluência no Rio Caí. **De qualquer forma, em ambos os cenários fica evidente que os cursos d'água na região são incompatíveis com o enquadramento na meta final, em virtude da proporção da vazão natural e a vazão de esgoto.**



**Fig. 3. Estimativa de vazão de esgoto nos cursos d'água.** (a.) Mapa da densidade populacional por setor censitário (Censo IBGE 2022). (b.) Amostragem da população por bacia de drenagem. (c.) vazão de estimada de esgoto total (local e a montante) por trecho de rio. (d.) Enquadramento da DBO no cenário sem tratamento do esgoto. (e.) Enquadramento da DBO no cenário com tratamento.

Fonte: Possanti (2024)

### 1.1.5. Cenários de conformidade e indicador de desempenho

**Fundamentos.** Os cenários de conformidade avaliam a capacidade das bacias e trechos de rios de suportar habitantes em conformidade com os valores máximos permitidos de DBO em cada classe de enquadramento. Assim, três cenários de conformidade para Classe 1, Classe 2 e Classe 3 foram avaliados em cada sub-cenário de lançamento de esgoto (com ou sem tratamento). Não é possível calcular uma medida de suporte para Classe 4 pois o valor máximo permitido é indefinido.

O indicador de desempenho proposto aqui consiste na **população máxima para a conformidade**, ou seja, o número de habitantes máximo possível para se atender a conformidade do enquadramento. Assim, o planejamento da expansão urbana ou de pontos de lançamento podem vir a avaliar em qual tributário lançar esgotos domésticos para que se minimize os impactos ambientais.

**Métodos.** Cada cenário de conformidade foi determinado a partir da reversão da equação de diluição para que a concentração no trecho de rio seja o valor máximo permitido (VMP). A população máxima de habitantes, assim foi isolada do termo da vazão de esgoto, de forma que:

$$H_{max} = (VMP \times Q95) / (130 \times (C_e - VMP))$$

Em que Hmax é o número máximo de habitantes a montante do trecho de rio; VMP é o valor máximo permitido no cenário de enquadramento; Qe é a vazão de esgoto no trecho de rio; Q95 é a vazão mínima de referência no trecho de rio. O cálculo de habitantes máximo foi realizado diretamente na tabela de atributos da rede de drenagem. Valores de VMP para DBO e Ce foram utilizados a partir da Tabela 1.3 e Tabela 1.4, respectivamente.

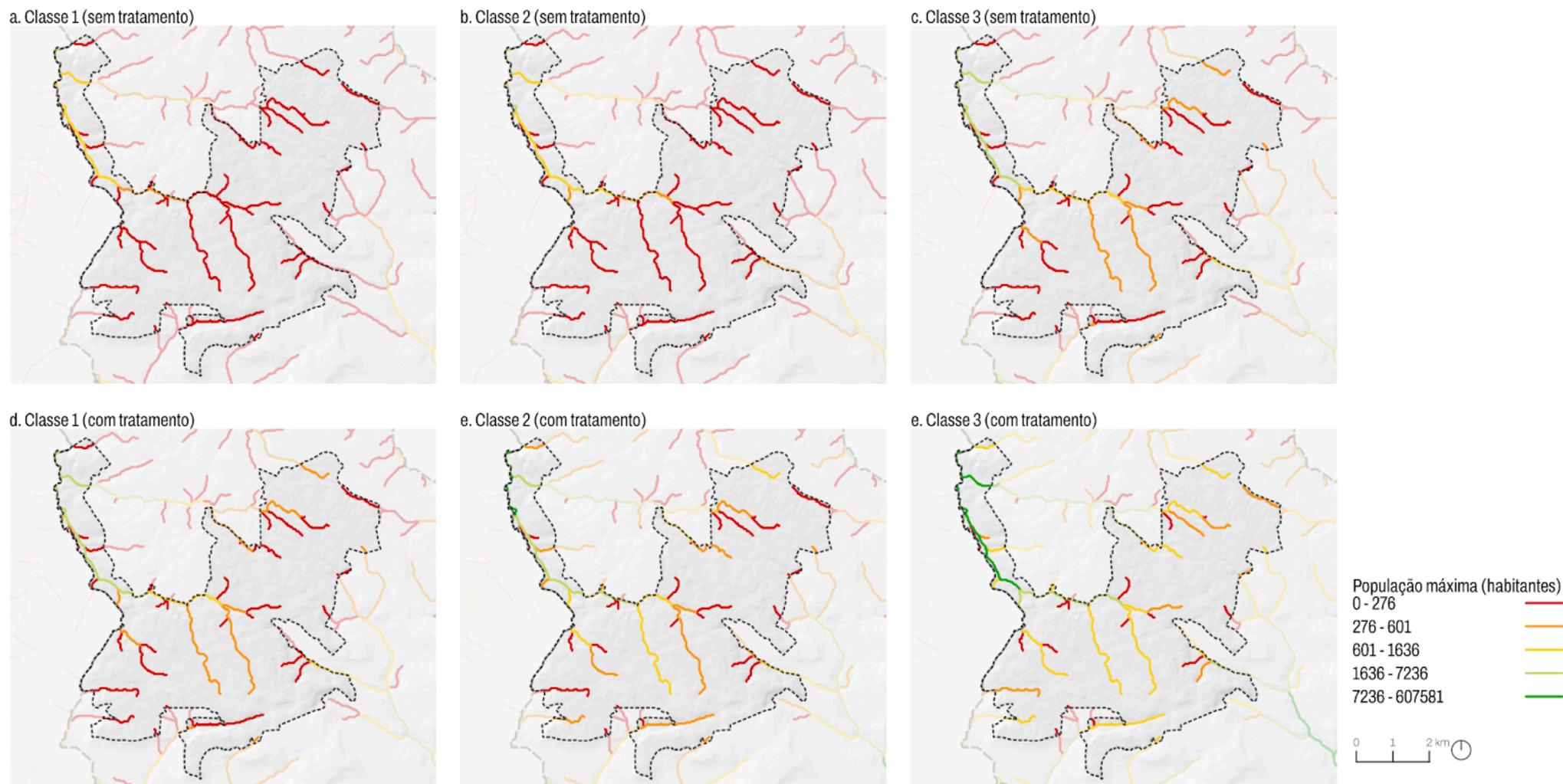
**Resultados.** A Figura 4 exhibe os resultados obtidos. A Tabela 5 resume a lista de campos (colunas) na tabela de atributos da camada final (camada “rivers\_saga” do banco de dados). Todos os cenários evidentemente indicam que cursos d’água nas cabeceiras (vazão natural baixa) conseguem suportar menos habitantes que cursos d’água maiores. A diferença entre os cenários, assim, é a população máxima de habitantes para manter os cursos d’água em conformidade com as Classe 1, Classe 2 e Classe 3. A situação mais crítica é o cenário de Classe 1 sem tratamento: nessa condição os únicos trechos capazes de suportar mais de mil habitantes são os Rios Caí, Paranhana e o trecho final

do Arroio Caracol. No caso de existir tratamento, outros trechos também passam a suportar mais de mil habitantes, como Arroio Angabei e Arroio Forqueta. A situação menos crítica consiste no cenário de Classe 3 com tratamento, em que a maior parte dos riachos secundários (afluentes dos arroios) conseguem suportar mais de mil habitantes. Os outros cenários são intermediários a essas condições limítrofes. Em razão da sua alta vazão natural, o Rio Caí é capaz de suportar até 500 mil habitantes em todos os cenários.

Campo	Descrição	Unidades
hab_seg_2022	Habitantes na bacia incremental em 2022	Habitantes
hab_up_2022	Habitantes na bacia de montante em 2022	Habitantes
hab_2022	Habitantes na bacia total (incremental e montante) em 2022	Habitantes
Enq_final	Classe de Enquadramento - meta final	-
Q_esgoto_Ldl	Vazão de esgoto cloacal estimada	L/dia
area_seg_km2	Área da bacia incremental	km <sup>2</sup>
area_up_km2	Área da bacia de montante	km <sup>2</sup>
Q95_Ls	Vazão de referência Q95	L/s
Q95_Ld	Vazão de referência Q95	L/d
DBO_c0	Demanda Bioquímica de Oxigênio – sem tratamento	mg O <sub>2</sub> /L
DBO_c1	Demanda Bioquímica de Oxigênio – com tratamento	
Hab_CL1_c0	População máxima para conformidade - Classe 1 sem tratamento	Habitantes
Hab_CL2_c0	População máxima para conformidade - Classe 2 sem tratamento	Habitantes
Hab_CL3_c0	População máxima para conformidade - Classe 3 sem tratamento	Habitantes
Hab_CL1_c1	População máxima para conformidade - Classe 1 com tratamento	Habitantes
Hab_CL2_c1	População máxima para conformidade - Classe 2 com tratamento	Habitantes
Hab_CL3_c1	População máxima para conformidade - Classe 3 com tratamento	Habitantes

**Tabela. 5. Descrição dos campos disponíveis na tabela de atributos do resultado final - camada “rivers\_saga”.**

Fonte: Possanti (2024).



**Fig. 4. Indicador de desempenho e cenários de conformidade com o enquadramento (para DBO).** População máxima por trecho de rio (local e montante) para (a.) Classe 1, sem tratamento de esgoto; (b.) Classe 2, sem tratamento de esgoto; (c.) Classe 3, sem tratamento de esgoto; (d.) Classe 1, com tratamento de esgoto; (e.) Classe 2, com tratamento de esgoto; (f.) Classe 3, com tratamento de esgoto. Nota: visualização de cores em classes de quantis.  
 Fonte: Possanti (2024).

### 1.1.6. Considerações sobre o enquadramento

A análise da capacidade suporte dos cursos d'água deixa evidente a natureza montanhosa da região de Canela e Gramado, sendo uma área recortada por uma densa rede de drenagem de pequenos riachos com baixas vazões de referência. O maior curso d'água na região é o Rio Caí, que fica distante dos principais centros urbanos. O Arroio Caracol surge como o principal riacho que coleta as cargas de esgotos lançadas com ou sem tratamento. A avaliação da DBO a partir de valores padronizados para esgoto sanitário traz a seguinte constatação: mesmo com tratamento de esgoto, **a qualidade dos cursos d'água na região continuará incompatível com as metas de enquadramento vigentes**. Ou seja, o enquadramento aprovado na região não é razoável diante da ocupação populacional e a capacidade de diluição dos riachos existentes. No melhor cenário avaliado, os riachos poderão sustentar a população existente e futura com um enquadramento de Classe 3. Essa condição pode ser maximizada pela instalação de emissários para o lançamento de esgoto bruto ou tratado em pontos mais adequados, com maior capacidade de diluição.

O indicador obtido foi a “**população máxima para a conformidade**”, que varia conforme o cenário de lançamento e enquadramento. O cenário mais restritivo é a Classe 1 sem tratamento e o cenário mais permissivo é a Classe 3 com tratamento. Nota-se que mesmo sob o cenário mais permissivo, a população máxima atinge valores acima de 7 mil habitantes em trechos de jusante dos principais arroios da região. Uma alternativa para se trabalhar no planejamento da expansão urbana é considerar o **excesso populacional para conformidade**, ou seja, a diferença entre a projeção populacional e a população máxima para conformidade. Nesse caso, o ideal é minimizar o excesso. Por último, é preciso ressaltar que essa análise deve levar em consideração dois elementos: (1) o ponto de lançamento do sistema de coleta e (2) a abrangência ou bacia de captação do sistema de coleta de esgoto cloacal. Essa área pode incluir regiões distantes fora da bacia hidrográfica, com o auxílio de emissários de esgoto bruto e tratado.

## 1.2. Conclusão

O presente relatório técnico sobre Canela destaca a necessidade crítica de integrar a gestão ambiental com o planejamento urbano para mitigar riscos hidrológicos e melhorar a capacidade de suporte dos cursos d'água. Adicionalmente, o estudo aponta as limitações dos cursos d'água na região para dar suporte ao enquadramento vigente, incluindo a proposta do indicador de “população máxima para conformidade”. Considerações são feitas em relação a medidas de saneamento, incluindo a instalação de emissários para o lançamento de esgoto em mananciais maiores, como o Rio Caí. Essas medidas são essenciais para garantir a segurança pública, a preservação ambiental e o desenvolvimento sustentável da região.

### 1.3. Referências

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12209, (1992). **Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário.**
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7229 (1993). **Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos.**
- ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Disponibilidade Hídrica Superficial (BHO 2017 5K).** (2021). Disponibilidade Hídrica Superficial (BHO 2017 5K) (snirh.gov.br). Acesso em 12 de Abril de 2024.
- BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.** Brasília, DF: CONAMA, 2005.
- Melo, C. M. (2018). **Efeito da caracterização das unidades geotécnicas no mapeamento das áreas susceptíveis a escorregamentos com modelo SHALSTAB.** Dissertação de Mestrado. <http://hdl.handle.net/10183/181045>
- Michel, G. P. (2015). **Estimativa da profundidade do solo e seu efeito na modelagem de escorregamentos.** Tese de Doutorado. <http://hdl.handle.net/10183/192971>
- Montgomery, D. R., & Dietrich, W. E. (1994). **A physically based model for the topographic control on shallow landsliding.** Water resources research, 30(4), 1153-1171.
- Nobre, A. D., Cuartas, L. A., Momo, M. R., Severo, D. L., Pinheiro, A., & Nobre, C. A. (2016). **HAND contour: a new proxy predictor of inundation extent.** Hydrological Processes, 30(2), 320-333.
- Rennó, C. D., Nobre, A. D., Cuartas, L. A., Soares, J. V., Hodnett, M. G., & Tomasella, J. (2008). **HAND, a new terrain descriptor using SRTM-DEM: Mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia.** Remote Sensing of Environment, 112(9), 3469-3481.
- RIO GRANDE DO SUL. Conselho de Recursos Hídricos. **Resolução nº 50 de 6 de novembro de 2008. Aprova o enquadramento das águas das bacias hidrográficas dos rios Caí, Pardo, Tramandaí e do Lago Guaíba.** Porto Alegre, RS: CRH/RS, 2008.
- RIO GRANDE DO SUL. Conselho de Recursos Hídricos. **Resolução nº 53 de 4 de março de 2009. Aprova os prazos máximos para atingir a meta final e a meta intermediária do enquadramento das águas da bacia hidrográfica do Rio Caí.** Porto Alegre, RS: CRH/RS, 2009.
- RIO GRANDE DO SUL. Conselho de Recursos Hídricos. **Resolução nº 149 de 1 de junho de 2014. Aprova o Enquadramento das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos.** Porto Alegre, RS: CRH/RS, 2014.
- RIO GRANDE DO SUL. Conselho Estadual de Meio Ambiental. **Resolução nº 355 de 13 de julho de 2017. Dispõe sobre os critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, RS: CONSEMA, 2017.
- Yamazaki D., D. Ikeshima, J. Sosa, P.D. Bates, G.H. Allen, T.M. Pavelsky. **MERIT Hydro: A high-resolution global hydrography map based on latest topography datasets.** Water Resources Research, vol.55, pp.5053-5073, 2019, doi:10.1029/2019WR024873



# **ANEXO IV**

# **ANÁLISES DE**

# **SUSCETIBILIDADE AMBIENTAL**

Equipe Técnica:

Eng. Ambiental Iporã Possanti - CREA RS 223591



# 1. SUSCETIBILIDADE AMBIENTAL

O presente relatório consiste nos resultados e documentação técnica da análise de riscos geológicos e hidrológicos na área urbana de Canela (RS). Os produtos objetivam auxiliar na tomada de decisão no âmbito do Plano Diretor de Canela.

## 1.1. Risco geológico - deslizamentos de encostas

Para caracterizar os riscos geológicos, foram mapeadas na área de interesse a suscetibilidade natural a deslizamentos de encostas. A suscetibilidade natural deve ser entendida como um indicador de risco potencial. O risco propriamente dito vai depender também de outras variáveis, em especial a exposição e vulnerabilidade das habitações. A Tabela 1 exhibe os resultados obtidos nesse mapeamento.

Camada	Descrição	Etapa
risks_dem_10m	Modelo digital de elevação de alta resolução	resultado intermediário
risks_dem_fill_10m	Modelo digital de elevação sem depressões	resultado intermediário
risks_slope_rad_10m	Mapa de declividades (radianos)	resultado intermediário
risks_flowacc_mfd_10m	Mapa de área de drenagem (acúmulo de fluxo)	resultado intermediário
risks_landslides_shalstab_base	Simulação SHALSTAB - cenário de base	resultado intermediário
risks_landslides_shalstab_default	Simulação SHALSTAB - cenário padrão	resultado intermediário
risks_landslides_shalstab_critical	Simulação SHALSTAB - cenário crítico	resultado intermediário
risks_landslides_suscep	Mapa de suscetibilidade natural a deslizamentos de encostas.	produto final
risks_landslides_suscep_cls	Classificação de risco de deslizamentos de encostas.	Produto final

**Tabela. 1. Resumo dos resultados obtidos no mapeamento da suscetibilidade natural e deslizamento de encostas.**

Fonte: Possanti (2024).

### 1.1.1. Modelo SHALSTAB

**Fundamentos.** O modelo SHALSTAB (do inglês Shallow Landsliding Stability Model), proposto originalmente em Montgomery & Dietrich (1994), consiste em uma abordagem física usada principalmente no campo da ciência ambiental e geologia para analisar o risco de deslizamentos de terra rasos e a estabilidade do solo em encostas. O nome SHALSTAB combina "SHAL" de deslizamentos de terra rasos e "STAB" de estabilidade, sublinhando seu foco na avaliação da estabilidade de encostas para prever onde deslizamentos de terra podem ocorrer (susceptibilidade natural).

Referências: Montgomery, D. R., & Dietrich, W. E. (1994). **A physically based model for the topographic control on shallow landsliding.** *Water resources research*, 30(4), 1153-1171.

O modelo integra parâmetros hidrológicos e físicos da topografia e do solo para avaliar o equilíbrio entre forças motrizes, que tendem a iniciar a ruptura de encostas, e forças resistivas, que trabalham contra o movimento. Fatores-chave considerados no modelo SHALSTAB incluem:

- **Topografia:** O modelo usa modelos digitais de elevação (MDEs) para analisar a inclinação da encosta, orientação e curvatura, pois esses fatores influenciam tanto a resposta hidrológica de uma encosta à chuva quanto as forças gravitacionais atuando em massas potenciais de deslizamento de terra.
- **Propriedades do solo:** características como profundidade do solo, coesão, ângulo de fricção interna e densidade são cruciais para determinar a resistência ao cisalhamento do solo, que é um fator chave na resistência à iniciação de deslizamentos de terra.
- **Hidrologia:** O SHALSTAB considera a área de drenagem, que expressa o quanto de água se move pelo solo, afetando tanto a pressão dentro do solo quanto seu peso total. O aumento do conteúdo de água pode diminuir a resistência do solo e aumentar a probabilidade de um deslizamento de terra.

O modelo produz um mapa mostrando áreas de estabilidade variável, indicando locais que são potencialmente suscetíveis a deslizamentos de terra rasos sob determinadas condições – o valor 1 indica máxima susceptibilidade e o valor 7 indica a mínima. Esses mapas podem ser usados por gestores, planejadores

urbanos e cientistas ambientais para identificar áreas em risco e mitigar potenciais perigos de deslizamentos de terra, por exemplo, restringindo o desenvolvimento em áreas de alto risco ou implementando medidas de estabilização de encostas.

Embora o modelo SHALSTAB forneça insights importantes, ele também está sujeito a limitações, incluindo suposições sobre homogeneidade do solo e a necessidade de dados de entrada precisos. A variabilidade nas propriedades do solo, cobertura vegetal e padrões meteorológicos locais podem influenciar as previsões do modelo, às vezes necessitando de verificação de campo e a incorporação de conhecimento local para uma avaliação precisa do risco.

**Método.** Diante das indisponibilidade de dados sobre o solo obtidos in situ, a aplicação do modelo levou em consideração o estudo de Michel (2015) e Melo (2018), que mediram as propriedades em Alto Feliz (RS), em uma área de estudo na mesma bacia hidrográfica (Rio Cai) e na mesma paisagem geomorfológica de Canela e Gramado (encosta da serra do mar).

Referências:

Melo, C. M. (2018). **Efeito da caracterização das unidades geotécnicas no mapeamento das áreas susceptíveis a escorregamentos com modelo SHALSTAB.** Dissertação de Mestrado. <http://hdl.handle.net/10183/181045>

Michel, G. P. (2015). **Estimativa da profundidade do solo e seu efeito na modelagem de escorregamentos.** Tese de Doutorado. <http://hdl.handle.net/10183/192971>

Para se avaliar as incertezas nos parâmetros reportados para 20 amostras de solo em Michel (2015), três cenários foram simulados, variando-se os valores em uma escala incremental a favor da segurança (Tabela 2). O **Cenário Base** consiste nos valores mais otimistas dos parâmetros (melhor cenário possível, dadas as evidências). O **Cenário Padrão** consiste nos valores médios dos parâmetros (cenário esperado, dadas as evidências). O **Cenário Crítico** consiste nos valores dos parâmetros visando a segurança máxima (pior cenário possível, dadas as evidências).

Parâmetro	Símbolo	Unidades	Cenário Base	Cenário Padrão	Cenário Crítico
Massa específica do solo	$\rho_s$	g/cm <sup>3</sup>	1.8	1.7	1.6
Profundidade do solo	z	m	1.0	0.75	0.5
Condutividade hidráulica saturada	Ks	m/h	0.3	0.9	2.3
Ângulo de atrito interno do solo	$\phi$	(°)	40.0	30.0	10.3
Coesão do solo	c	MPa	0.016	0.007	0.001

**Tabela. 2. Parâmetros utilizados para os cenários simulados no modelo SHALSTAB**

Fonte: Possanti (2024).

Além dos parâmetros do solo, mapas de declividade e da área de drenagem acumulada (acúmulo de fluxo) foram fornecidos como dados de entrada nas simulações do modelo SHALSTAB. O mapa de declividade foi convertido para radianos. O mapa de área de drenagem acumulada foi obtido pelo método de múltiplas direções de fluxo. Ambos os mapas foram obtidos a partir de um modelo digital de terreno de alta resolução gerado diretamente por interpolação bilinear das curvas de nível em escala 1:1000 (1 metro de resolução), disponíveis na área de interesse (área urbana de Canela). No entanto, como a determinação da área de drenagem acumulada necessita a abrangência total das bacias de drenagem, as curvas de nível na área de interesse foram complementadas com curvas de nível de menor qualidade derivadas do modelo digital de elevação SRTM. Assim, a compatibilização das escalas de análise foi obtida em 10 metros de resolução.

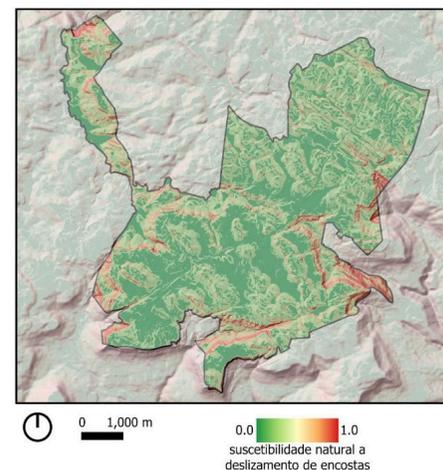
Com os cenários simulados do modelo SHALSTAB, se obteve então o mapa síntese de suscetibilidade natural a deslizamentos de terra. Esse mapa síntese pondera as incertezas implicadas nos dados de entrada utilizados. O mapa foi calculado a partir da normalização das classes de suscetibilidade dos cenários do modelo SHALSTAB entre 0 (mínima) e 1 (máxima), seguida da média local entre os mapas dos cenários. Assim, o mapa síntese de suscetibilidade apresenta nuances maiores que os cenários isolados e reforça as áreas em que todos os cenários apontam como de grande suscetibilidade. Uma classificação de risco também foi realizada, separando em “baixo risco”, “atenção” e “alto risco”. A classe de “alto risco” foi obtida pelo limiar de 10% dos valores mais altos (percentil 90%) obtidos no histograma do mapa de suscetibilidade. A classe de “atenção” consiste nos valores de percentis intermediários entre 75% e 90%. A classe “baixo risco” consiste na área remanescente (inferior ao percentil 75%).

## 1.1.2. Resultados

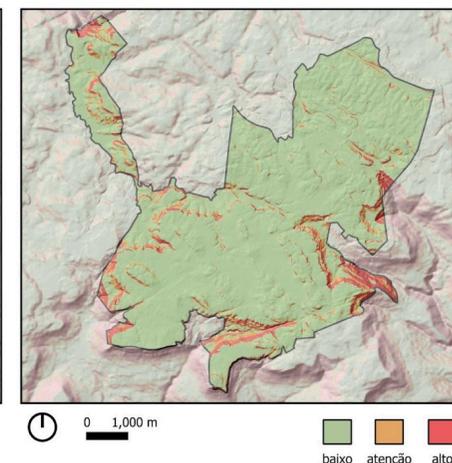
A Figura 1 exibe os resultados obtidos para suscetibilidade natural a deslizamento de encostas na área de Canela. A simulação do modelo SHALSTAB com os parâmetros definidos nos três cenários foi altamente sensível ao mapa de declividade. O mapa da área de drenagem (acúmulo de fluxo) não teve influência substancial no padrão espacial obtido com as simulações. Essa alta correlação com a declividade também é verificada nos resultados de Melo (2018). Cumpre ressaltar aqui as incertezas do mapeamento, que obteve resultados a partir de uma abordagem indireta válida para a escala de planejamento ambiental. Os resultados não substituem vistorias de campo e análises in situ, como a amostragem direta dos parâmetros do solo em uma base caso a caso.

b. Canela (área urbana)

i. suscetibilidade natural



ii. classificação de risco



**Fig. 1. Suscetibilidade natural a deslizamento de encostas (modelo SHALSTAB).** (b) Canela - área urbana: (i) suscetibilidade natural contínua (entre 0 e 1) e (ii) classificação de risco (baixo, atenção e alto)

Fonte: Possanti (2024).

**Implicações para Canela (área urbana).** O mapa síntese da suscetibilidade natural a deslizamento de encostas na área urbana de Canela implica que o planejamento urbano e ambiental deve buscar diretrizes e orientações para que

seja maximizada a segurança dos habitantes. Isso inclui, por exemplo, zonear as regiões de máxima suscetibilidade natural a deslizamentos de encostas como áreas de uso restrito do solo, preferencialmente destinado para a preservação ambiental. Em locais com suscetibilidade natural a deslizamentos de encostas intermediária, devem ser considerados procedimentos adicionais para a instalação de novas edificações, incluindo laudos de estabilidade de taludes com profissionais habilitados. No caso de áreas de alta suscetibilidade natural a deslizamentos de encostas já ocupadas por habitações (regulares ou irregulares), deve-se considerar um cadastro das áreas de risco e o cruzamento com levantamentos pré-existentes, como o do Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM).

## 1.2. Risco hidrológico - inundações

Para caracterizar os riscos hidrológicos, foi mapeado na área de interesse a suscetibilidade natural a inundações. Assim como no caso dos deslizamentos de encostas, a suscetibilidade natural deve ser entendida como um indicador de risco potencial. O risco propriamente dito vai depender também de outras variáveis, em especial a exposição e vulnerabilidade das habitações. A Tabela 3 exhibe os resultados obtidos nesse mapeamento.

Camada	Descrição	Etapa
risks_dem_10m	Modelo digital de elevação de alta resolução	resultado intermediário
risks_dem_fill_10m	Modelo digital de elevação sem depressões	resultado intermediário
risks_hand_10ha_10m	Mapa de HAND com limiar de 10ha (metros)	resultado intermediário
risks_flood_exposure	Mapa da exposição natural a inundações (0 a 1)	resultado intermediário
risks_flood_hazard	Mapa da severidade natural a inundações (0 a 1)	resultado intermediário
risks_flood_suscep	Mapa de suscetibilidade natural a inundações.	produto final
risks_flood_suscep_cls	Classificação de risco a inundações.	produto final

**Tabela. 3. Resumo dos resultados obtidos no mapeamento da suscetibilidade natural a inundações.**

Fonte: Possanti (2024).

### 1.2.1. Método Hand

**Fundamentos.** O uso do mapa de HAND (do inglês Height Above the Nearest Drainage) como indicador da suscetibilidade a inundações foi proposto por Nobre et al (2016). O HAND em si consiste simplesmente na altura do terreno

sobre o curso d'água ou fundo de vale mais próximo em termos hidrológicos, ou seja, para onde a água escoaria (Rennó et al., 2008).

Referências:

Nobre, A. D., Cuartas, L. A., Momo, M. R., Severo, D. L., Pinheiro, A., & Nobre, C. A. (2016). **HAND contour: a new proxy predictor of inundation extent.** *Hydrological Processes*, 30(2), 320-333.

Rennó, C. D., Nobre, A. D., Cuartas, L. A., Soares, J. V., Hodnett, M. G., & Tomasella, J. (2008). **HAND, a new terrain descriptor using SRTM-DEM: Mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia.** *Remote Sensing of Environment*, 112(9), 3469-3481.

A limitação do HAND, no entanto, é que indica apenas a **exposição natural** (topográfica) para inundação (no fundo do vale, onde o HAND = 0, a exposição é máxima), sem fazer uma ponderação da **severidade natural** (topográfica) do escoamento. Essa componente relaciona-se diretamente com a área de drenagem (área de montante) de um determinado trecho. Por exemplo, um trecho de rio com área de drenagem de 10 km<sup>2</sup> possui uma severidade 10 vezes maior que um trecho com 1 km<sup>2</sup>, mantidas constantes todas as outras variáveis.

**Método.** O mapa da suscetibilidade natural a inundações, assim foi obtido pela seguinte equação:

$$S = E \times H$$

Em que S é a suscetibilidade natural, E é a exposição natural e H é a severidade natural. O mapa da exposição natural, assim, foi obtido a partir do mapa de HAND, normalizado dentro dos limites de 0 metros (máxima exposição, E=1) e 6 metros (mínima exposição, E=0). O mapa da severidade natural foi obtido pela amostragem por bacia de drenagem do valor máximo de área de drenagem. Assim, os trechos dos cursos d'água foram encapsulados pelo valor máximo de área de drenagem. Com o intuito de melhorar a comunicação dos resultados, o valor final de S foi normalizado entre 0 e 1, considerando o limite máximo de severidade H = 1 km<sup>2</sup>. Da mesma forma que no caso dos riscos de deslizamentos, uma classificação de risco também foi realizada, separando em “baixo risco”, “atenção” e “alto risco”. A classe de “alto risco” foi obtida pelo limiar de 10% dos valores mais altos (percentil 90%) obtidos no histograma do mapa de suscetibilidade. A classe de “atenção” consiste nos valores de percentis intermediários entre 75% e 90%. A classe “baixo risco” consiste na área remanescente (inferior ao percentil 75%).

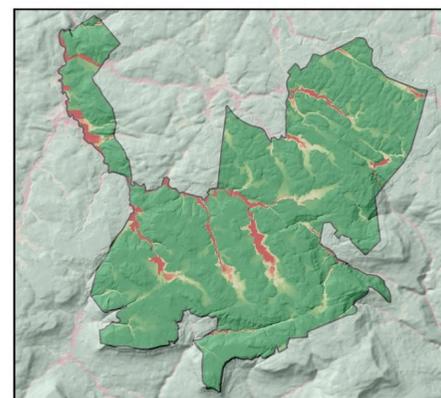
Assim como no caso dos riscos geológicos, os mapas intermediários foram obtidos a partir de um modelo digital de terreno de alta resolução gerado diretamente por interpolação bilinear das curvas de nível em escala 1:1000 (1 metro de resolução), disponíveis na área de interesse (área urbana de Canela). No entanto, como a determinação da área de drenagem acumulada necessita a abrangência total das bacias de drenagem, as curvas de nível nas áreas de interesse foram complementadas com curvas de nível de menor qualidade derivadas do modelo digital de elevação SRTM. Assim, a compatibilização das escalas de análise foi obtida em 10 metros de resolução.

### 1.2.2. Resultados

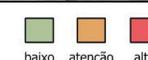
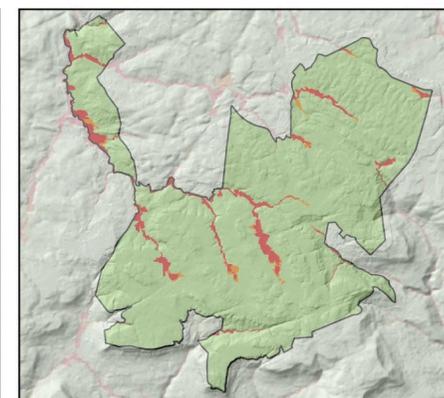
A Figura 2 exibe os resultados obtidos para suscetibilidade natural a inundações nas área de Canela. O método aplicado com o auxílio do mapa de HAND revelou a geometria dos fundos de vale, providenciando as nuances necessárias para o zoneamento dessas áreas. Da mesma forma, o método ponderou como mais graves as áreas de jusante (morro abaixo) do que as áreas de montante (morro acima). Assim, vales mais encaixados apresentam zonas de alta suscetibilidade natural mais estreitas que os vales com fundo mais largo, que permitem as eventuais inundações atingirem uma extensão maior. Cumpre ressaltar que o método aplicado é uma aproximação inicial para auxiliar a tomada de decisão a nível de planejamento. A abordagem pode ser melhorada com a aplicação de simulação hidrodinâmica, com tempos de retorno definidos para diferenciar o risco (probabilidade) das zonas de passagem das inundações. Nessa mesma linha, o mapa de suscetibilidade natural a inundações obtido não substitui evidências empíricas de inundações obtidas in situ. É importante destacar também que a suscetibilidade a inundações não é equivalente a suscetibilidade a alagamentos internos aos lotes em decorrência da presença de áreas úmidas, baixa capacidade de infiltração do solo e drenagem superficial insuficiente.

b. Canela (área urbana)

i. suscetibilidade natural



ii. classificação de risco



**Fig. 2. Suscetibilidade natural a inundação (método HAND).** (b) Canela - área urbana: (i) suscetibilidade natural contínua (entre 0 e 1) e (ii) classificação de risco (baixo, atenção e alto).

Fonte: Possanti (2024).

#### **Implicações no ordenamento urbano e ambiental de Canela (área urbana).**

Assim como no caso da suscetibilidade a deslizamentos, o mapa da suscetibilidade natural a inundações na área urbana de Canela implica que o planejamento urbano e ambiental deve buscar diretrizes e orientações para que seja maximizada a segurança dos habitantes. As áreas de alta suscetibilidade devem ser zoneadas de forma a minimizar o uso para habitação. As áreas de fundo de vale, em especial na parte já densamente ocupada, devem ser avaliadas em termos da preservação da capacidade de escoamento dos canais dos Arroios Canelinha, Santa Terezinha e São José. Edificações nesses locais devem ser adequadas para serem resilientes a eventos extremos. Idealmente, parques lineares devem ser previstos para os fundos de vale, incluindo equipamentos públicos para que o espaço seja utilizado pela população durante o tempo seco. Estruturas de amortecimento podem ser instaladas em série ou paralelo aos canais de drenagem. Os canais devem ser qualificados de forma que os eventos extremos de escoamento sejam devidamente conduzidos para jusante, com reforço estrutural nas margens.

## 1.1. Conclusão

O presente relatório técnico sobre Canela destaca a necessidade crítica de integrar a gestão ambiental com o planejamento urbano para mitigar riscos geológicos e hidrológicos. As diretrizes principais incluem evitar o desenvolvimento urbano em áreas de alta susceptibilidade a deslizamentos de encostas e inundações de forma a se maximizar a segurança da população. Essas medidas são essenciais para garantir a segurança pública, a preservação ambiental e o desenvolvimento sustentável da região.

## 1.2. Referências

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12209, (1992). **Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário.**

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7229 (1993). **Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos.**

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Disponibilidade Hídrica Superficial (BHO 2017 5K).** (2021). Disponibilidade Hídrica Superficial (BHO 2017 5K) (snirh.gov.br). Acesso em 12 de Abril de 2024.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.** Brasília, DF: CONAMA, 2005.

Melo, C. M. (2018). **Efeito da caracterização das unidades geotécnicas no mapeamento das áreas susceptíveis a escorregamentos com modelo SHALSTAB.** Dissertação de Mestrado. <http://hdl.handle.net/10183/181045>

Michel, G. P. (2015). **Estimativa da profundidade do solo e seu efeito na modelagem de escorregamentos.** Tese de Doutorado. <http://hdl.handle.net/10183/192971>

Montgomery, D. R., & Dietrich, W. E. (1994). **A physically based model for the topographic control on shallow landsliding.** Water resources research, 30(4), 1153-1171.

Nobre, A. D., Cuartas, L. A., Momo, M. R., Severo, D. L., Pinheiro, A., & Nobre, C. A. (2016). **HAND contour: a new proxy predictor of inundation extent.** Hydrological Processes, 30(2), 320-333.

Rennó, C. D., Nobre, A. D., Cuartas, L. A., Soares, J. V., Hodnett, M. G., & Tomasella, J. (2008). **HAND, a new terrain descriptor using SRTM-DEM: Mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia.** Remote Sensing of Environment, 112(9), 3469-3481.

RIO GRANDE DO SUL. Conselho de Recursos Hídricos. **Resolução nº 50 de 6 de novembro de 2008. Aprova o enquadramento das águas das bacias hidrográficas dos rios Caí, Pardo, Tramandaí e do Lago Guaíba.** Porto Alegre, RS: CRH/RS, 2008.

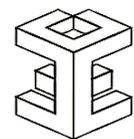
RIO GRANDE DO SUL. Conselho de Recursos Hídricos. **Resolução nº 53 de 4 de março de 2009. Aprova os prazos máximos para atingir a meta final e a meta intermediária do enquadramento das águas da bacia hidrográfica do Rio Caí.** Porto Alegre, RS: CRH/RS, 2009.

RIO GRANDE DO SUL. Conselho de Recursos Hídricos. **Resolução nº 149 de 1 de junho de 2014. Aprova o Enquadramento das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos.** Porto Alegre, RS: CRH/RS, 2014.

RIO GRANDE DO SUL. Conselho Estadual de Meio Ambiental. **Resolução nº 355 de 13 de julho de 2017. Dispõe sobre os critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, RS: CONSEMA, 2017.

Yamazaki D., D. Ikeshima, J. Sosa, P.D. Bates, G.H. Allen, T.M. Pavelsky. **MERIT Hydro: A high-resolution global hydrography map based on latest topography datasets.** Water Resources Research, vol.55, pp.5053-5073, 2019, doi:10.1029/2019WR02487





FUNDAÇÃO  
LUIZ ENGLERT

JULHO DE 2024