



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE ARTES E COMUNICAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO URBANO

Vagner Damasceno Freitas de Cerqueira

**Sistemas de indicadores para rios urbanos:**

Contribuições para avaliação da ocupação urbana em ambientes fluviais

Recife  
2019

Vagner Damasceno Freitas de Cerqueira

**Sistemas de indicadores para rios urbanos:**

Contribuições para avaliação da ocupação urbana em ambientes fluviais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Desenvolvimento Urbano.

**Área de Concentração:** Arquitetura e Urbanismo

**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> D. Phil (Oxon) Circe Maria Gama Monteiro

**Coorientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Anna Karina B. Alencar

Recife

2019

Catalogação na fonte  
Bibliotecária Jéssica Pereira de Oliveira, CRB-4/2223

C416s Cerqueira, Vagner Damasceno Freitas de

Sistemas de indicadores para rios urbanos: contribuições para avaliação da ocupação urbana em ambientes fluviais / Vagner Damasceno Freitas de Cerqueira. – Recife, 2019.  
130f.: il.

Orientadora: Circe Maria Gama Monteiro.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco.  
Centro de Artes e Comunicação. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano, 2019.

Inclui referências e apêndices.

1. Indicadores. 2. Restauração de rios urbanos. 3. Ocupação urbana.
4. Brasil. I. Monteiro, Circe Maria Gama (Orientadora). II. Título.

711.4 CDD (22. ed.)

UFPE (CAC 2019-236)

Vagner Damasceno Freitas de Cerqueira

**Sistemas de indicadores para rios urbanos:**

Contribuições para avaliação da ocupação urbana em ambientes fluviais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Desenvolvimento Urbano.

Aprovada em: 20/08/2019

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof.<sup>a</sup> D. Phil (Oxon) Circe Maria Gama Monteiro (Orientadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof.<sup>o</sup> Dr. Ruskin Marinho de Freitas (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof.<sup>o</sup> Dr. Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral (Examinador Externo)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof.<sup>o</sup> Dr. Fabiano Rocha Diniz (Examinador Externo)  
Universidade Federal de Pernambuco

## **AGRADECIMENTOS**

O caminho traçado ao longo de toda a pesquisa só foi possível devido a colaboração e apoio de muitas pessoas.

As professoras Circe Monteiro e Anna Alencar, muito mais do que orientadoras. Obrigado por todas as oportunidades, disponibilidade, dedicação, pelo entusiasmo, questionamentos e conhecimentos compartilhados.

A minha família por me mostrar a importância e o valor do estudo, por serem o meu alicerce nos momentos difíceis dessa missão, compreenderem minha ausência e me motivarem constantemente a dar o melhor de mim. Obrigado pelo amor: minha mãe Iracilda, minha noiva Clarissa, minhas irmãs Gabriela e Vivian e cunhado Vanilson.

Agradeço a todos os professores e administração do MDU, em especial a Renata pela sua paciência e apoio. Aos professores da banca do projeto de qualificação Ângela Gordilho, Liza Andrade e Ruskin Freitas, e aos professores membros da banca de avaliação Fabiano Diniz e Jaime Cabral, agradeço pela colaboração na definição dos caminhos dessa pesquisa. Agradeço ao professor Roazzi por dedicar seu tempo, por colaborar com a estatística dos dados.

Fico grato pela equipe do Inciti por trazer motivação profissional e bons momentos de discussão, em especial a Marta. Aos amigos e colegas pela cumplicidade, e apoio no cumprimento de metas, em especial as amigas Rafaela e Patrícia pelas revisões textuais.

Por fim, obrigado a todos especialistas que dedicaram uma parte do seu tempo para responder o questionário, sem esse esforço todo o desenvolvimento da pesquisa não seria possível.

## RESUMO

Esta pesquisa visa a definição de diretrizes para elaboração de sistemas de indicadores urbano ambientais com foco na restauração de rios urbanos no Brasil. A história de formação de muitas cidades é marcada pela proximidade com corpos hídricos, devido a oferta de água para as diversas atividades. Contudo, o processo de urbanização pós-industrialização no Brasil, marcado por acelerado crescimento populacional e sem planejamento adequado, foi incapaz de equilibrar o uso e manutenção da qualidade dos recursos hídricos com o desenvolvimento urbano, o que ocasionou a deterioração do ambiente fluvial até a morte de rios nas cidades brasileiras. Esse cenário de conflito entre ocupação urbana e preservação ambiental é recorrente nos grandes centros urbanos e tem alcançado as médias e pequenas cidades, devido a reprodução dos padrões de ocupação. Essas condições evidenciam a necessidade da mudança de paradigma frente às intervenções em rios urbanos, tema que emerge no urbanismo contemporâneo e tem fundamentos no pensamento sistêmico. Para tanto, esta pesquisa analisa diversos sistemas de indicadores propostos como uma ferramenta eficaz na avaliação dos fenômenos urbanos e ambientais. Todos são formatados para contribuir com um melhor entendimento das complexas interações entre cidade e meio ambiente, e visam orientar novas políticas públicas, estratégias de planejamento e projetos com foco na restauração de rios urbano, como também servir como instrumento de educação ambiental. Assim, este estudo tem por objetivo contextualizar a situação de degradação de rios nas cidades brasileiras, avaliar de forma holística as condições da ocupação urbana e seus impactos, e contribuir com a discussão acerca da necessidade de indicadores mais eficientes. Coube, portanto, entender como os elementos da ocupação se articulam e causam impactos sobre os rios urbanos e como tais condições são avaliadas por profissionais especializados. Recorreu-se a Teoria das Facetas visando elaborar questionário e sistema estatístico da Análise de Estrutura de Similaridades, a qual permite analisar a estrutura das avaliações da ocupação urbana e dos efeitos ambientais como um todo. Os resultados são discutidos a luz da literatura apresentada, assim como discutidos potenciais e limites de um sistema de indicadores cada vez mais consistente.

**Palavras-chave:** Indicadores. Restauração de rios urbanos. Ocupação urbana. Brasil.

## ABSTRACT

This research aims the definition of guidelines for an urban environmental indicators system proposal focused on the restoration of Brazilian urban rivers. Many cities history formation is marked by its proximity to water bodies, due to the supply of water that supported many society activities. However, accelerated population growth without adequate urban planning, during the post-industrial period in Brazil, was unable to balance the use and maintenance of water resources quality with urban development. This is one of the reasons of rivers death in Brazilian cities. The tension between urban occupation and environmental preservation is recurrent in large urban centers and it has reached medium and small cities, due to the reproduction of occupancy patterns. These conditions highlight the need for a paradigm shift in response to interventions in urban rivers, a theme that emerges in contemporary urbanism and has its foundations in systemic thinking. Therefore, this research analyzes the use of indicator systems as an effective tool for urban and environmental phenomena evaluation. First of all, because it contributes to a better understanding of the complex interactions between city and environment, with the potential to guide new public policies, planning strategies and projects focused on the restoration of urban rivers. Second, because it can also serve as an instrument of environmental education for society. Thus, this study aims to contextualize the situation of river degradation in Brazilian cities, to holistically assess urban occupation conditions and their impacts, and contribute to the discussion of a more efficient system of indicators. It was therefore necessary to understand how the elements of the occupation articulate and cause impacts on urban rivers and how these conditions are evaluated by specialized professionals. Facets Theory was applied to elaborate a questionnaire and statistical system of Smallest Structure Analysis, which allows a better understanding of the evaluations of urban occupation and the environmental effects as a whole. The results are discussed in the light of the literature presented, as well as discussed potentials and limits of an increasingly consistent system of indicators.

**Key-words:** Indicators. Urban river restoration. Urban Occupancy. Brazil.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Traçado geométrico em função da existência de rios e bosques.....	24
Figura 2 –	Média da série disponível entre 2001-2016 do Índice de Qualidade das Águas no Brasil.....	27
Figura 3 –	Esquema gráfico do ciclo natural da água e ciclo urbano da água .....	32
Figura 4 –	Taxa de escoamento antes e depois da urbanização.....	33
Figura 5 –	Esquema da concepção das medidas compensatórias diante dos ciclos naturais e urbanos da água .....	45
Figura 6 –	Modelo PER - pressão - estado – respostas.....	49
Figura 7 –	Exemplo de Sentença Mapeadora com base na Teoria das Facetas.....	62
Figura 8 –	Efeitos negativos da urbanização no curso d'água.....	68
Figura 9 –	Organização inicial das variáveis em facetas.....	71
Figura 10 –	Esquema da sentença mapeadora.....	72
Figura 11 –	Planos de projeção com as 3 dimensões e exemplo da nuvem de pontos.....	81
Figura 12 –	Papel das facetas e definição das regiões no espaço multidimensional segundo Levy (1985).....	83
Figura 13 –	Projeção do Referente apresenta os elementos da faceta relativa à ocupação urbana.....	86
Figura 14 –	Projeção de SSA (3D) do referente com perfil de formação dos entrevistados.....	89
Figura 15 –	Projeção do Foco Permeabilidade e Carga de Poluentes – SSA (3D) dos eixos 1 e 3.....	93
Figura 16 –	Projeção da faceta foco com perfil de formação dos entrevistados.....	95
Figura 17 –	Projeção apresentando estrutura dos domínios dos ambientes fluviais - SSA (3D) dos eixos 1 e 3 Coeficiente de Alienação 0.217.....	97

Figura 18 – Projeção de SSA (3D) relação entre Formação e faceta Domínio (D).....	99
Figura 19 – Projeção sobre abrangência do impacto da ocupação urbana sobre o ambiente fluvial - de SSA (3D) dos eixos 1 e 3. Coeficiente de Alienação 0.217.....	101
Figura 20 – Sobreposição das regiões da faceta foco sobre a projeção da faceta domínio.....	105

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Relação entre densidade e área impermeável.....	28
Tabela 2 –	Sistemas de Indicadores existentes seleccionados e avaliados.....	55
Tabela 3 –	Descrição das variáveis reconhecidas pelos sistemas de indicadores analisados.....	57
Tabela 4 –	Questionário com respectivos códigos (structuples) e numeração .....	73
Tabela 5 –	Matriz da área de formação X titularidade.....	78
Tabela 6 –	Matriz da área de formação X tempo de graduação.....	79
Tabela 7 –	Matriz da área de formação X região de atuação profissional.....	79
Tabela 8 –	Matriz da área de formação X local de trabalho.....	80
Tabela 9 –	Diretrizes para a construção de novos indicadores da qualidade de ocupação urbana e sua influência para a qualidade da avaliação de rios urbanos.....	107

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 – Evolução da retirada de água no Brasil (1931-2030) .....	15
Gráfico 2 – Respostas da questão 55.....	90
Gráfico 3 – Respostas da questão 57 .....	90

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>DA DEGRADAÇÃO À RESTAURAÇÃO DE RIOS URBANOS NO BRASIL .....</b>	<b>22</b>
<b>2.1</b>	<b>Degradação de ambientes fluviais urbanos no brasil .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2</b>	<b>O ciclo hidrológico e o ciclo urbano da água.....</b>	<b>30</b>
<b>2.3</b>	<b>Mudanças de paradigma na relação entre o ambiente urbano e o fluvial .....</b>	<b>34</b>
2.3.1	As agendas urbanas e a relação com os cursos d'água.....	34
2.3.2	Relações teóricas sobre o meio ambiente urbano: a teoria geral dos sistemas e urbanismo ecológico.....	37
2.3.3	Abordagens do urbanismo ecológico – interações entre rios e espaço urbano.....	42
<b>3</b>	<b>O USO DE INDICADORES ENQUANTO FERRAMENTAS PARA AVALIAÇÃO DE RIOS URBANOS.....</b>	<b>47</b>
<b>3.1</b>	<b>Indicadores urbano-ambientais enquanto ferramentas para planejamento e projeto urbano – aspectos teóricos-metodológicos....</b>	<b>47</b>
<b>3.2</b>	<b>Pressupostos empíricos para a construção do sistema de indicadores.....</b>	<b>51</b>
<b>3.3</b>	<b>Modelos existentes de indicadores urbano ambiental no Brasil.....</b>	<b>53</b>
3.3.1	O uso recente de indicadores urbano ambientais no Brasil.....	53
3.3.2	Modelos brasileiros de indicadores de avaliação das condições de rios urbanos.....	54
<b>4</b>	<b>CAMINHOS PARA A IDENTIFICAÇÃO DE INDICADORES DOS IMPACTOS URBANOS SOBRE OS CURSOS D'ÁGUA.....</b>	<b>59</b>
<b>4.1</b>	<b>A Teoria das Facetas .....</b>	<b>59</b>
<b>4.2</b>	<b>Identificação das facetas e a sentença mapeadora .....</b>	<b>60</b>
<b>4.3</b>	<b>Estruturando a investigação.....</b>	<b>62</b>
4.3.1	A razão comum.....	63
4.3.2	Faceta População: os especialistas.....	63
4.3.3	Faceta referente: Ocupação Urbana.....	64

4.3.4	Facetas Foco: Modo ou intensidade da permeabilidade e carga de poluentes .....	67
4.3.5	Faceta Domínio: Ambiente Fluvial .....	69
4.3.6	Facetas Nível de abrangência: Escala.....	70
4.3.7	Sentença mapeadora: identificando impactos da ocupação urbana sobre o ambiente fluvial .....	71
<b>4.4</b>	<b>Estruturação e aplicação do questionário.....</b>	<b>72</b>
<b>4.5</b>	<b>Tratamento dos dados obtidos.....</b>	<b>77</b>
<b>4.6</b>	<b>Amostra do perfil dos entrevistados.....</b>	<b>77</b>
<b>4.7</b>	<b>O caminho para análise dos dados.....</b>	<b>80</b>
4.7.1	Análise de Estruturas de Similaridade - SSA.....	80
4.7.2	Projeções de SSA.....	81
<b>5</b>	<b>IMPACTOS DA OCUPAÇÃO URBANA NA CONSERVAÇÃO DE RIOS: ESTRUTURAS E DIRETRIZES DE AVALIAÇÃO SEGUNDO A ANÁLISE DAS FACETAS.....</b>	<b>84</b>
<b>5.1</b>	<b>Análise de dados – A projeção das Facetas .....</b>	<b>85</b>
5.1.1	A estrutura dos elementos da ocupação urbana: analise da projeção SSA da faceta de Referente de Impacto.....	85
5.1.2	A projeção da Faceta Ocupação Urbana com variáveis externas: especialização dos respondentes.....	87
5.1.3	Impactos da <i>permeabilidade</i> e da <i>carga de poluentes</i> na qualidade do ambiente fluvial.....	91
5.1.4	A projeção da Faceta <i>Foco</i> tendo como variável externa a especialização dos respondentes .....	94
5.1.5	Efeitos sobre domínios do ambiente fluvial conforme análise da projeção de SSA.....	96
5.1.6	A projeção da Faceta <i>Domínio</i> tendo como variável externa a especialização dos respondentes	98
5.1.7	Análise do <i>nível</i> ou abrangência do impacto da ocupação urbana sobre o ambiente fluvial conforme projeção de SSA .....	100
<b>5.2</b>	<b>Discussão dos resultados do conjunto de projeções .....</b>	<b>102</b>
<b>5.3</b>	<b>Diretrizes para a construção de sistema de indicadores sobre a ocupação urbana ao longo de rios.....</b>	<b>105</b>

<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>109</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>114</b>
	<b>APÊNDICE A – COEFICIENTE DE ALIENAÇÃO.....</b>	<b>119</b>
	<b>APÊNDICE B – MATRIZ DE COEFICIENTE DE MONOTONICIDADE .....</b>	<b>122</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A escassez hídrica que atingiu a Região Metropolitana de São Paulo e a Região do Nordeste colocou em evidência a necessidade de mudança de paradigma frente ao pensamento urbano voltado às águas no Brasil. Em nível mundial, são cada vez mais constantes estudos na área de hidrologia articulados à dinâmica urbana na busca por novos modelos de planejamento, projetos e tecnologias voltados as intervenções em rios urbanos. No Brasil percebe-se o despertar da importância de tais estudos, embora ainda com poucos exemplos implantados.

A água é um elemento essencial à vida e manutenção de sua qualidade está ligada à qualidade de vida da população, reflete também as condições de qualidade dos espaços urbanos. A história de muitas cidades está ligada a presença de corpos hídricos, isso porque ao longo dos anos os rios desempenharam diversas funções que favoreceram o desenvolvimento das cidades: produção de alimentos, consumo, energia, mineração, transporte de pessoas, de produtos comerciais, demarcação de território e até mesmo despejo de todo tipo de dejetos humanos. Além de tais aspectos, os valores paisagísticos atribuídos aos rios devido as suas formas, cores, movimentos, cheiros e sons conferiram à água, enquanto elemento cognitivo, valores socioculturais com significados estéticos, emocionais e religiosos. No Brasil, essas condições contribuíram para o crescimento de cidades como: Recife, Manaus, São Paulo e Salvador.

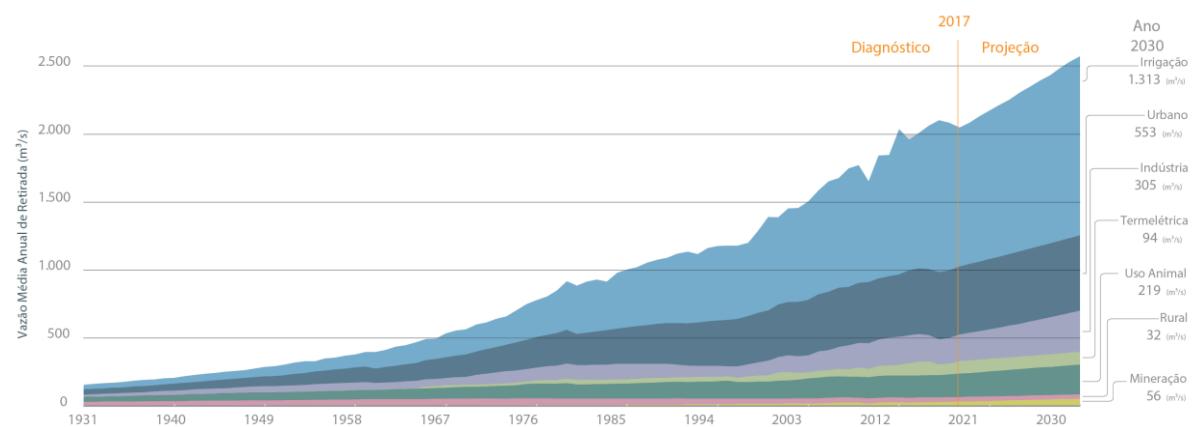
A literatura aponta que a visão sobre às águas no espaço urbano brasileiro adquiriu complexidade com o acelerado processo de urbanização do país, principalmente no período de industrialização. Isso porque as demandas por salubridade e controle de epidemias das cidades foram dominadas por estratégias urbanas pautadas em uma visão higienista na tentativa dessincronizada de ofertar infraestrutura para um rápido crescimento populacional. Essa situação influenciou diretamente o aumento dos usos múltiplos<sup>1</sup>, principalmente dos denominados usos

---

<sup>1</sup> Resolução nº01 de 16 de março de 2005, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CONERH) 2005/2006 define como múltiplo os usos das águas, classificados em consuntivos, aquele que origina perdas entre o volume derivado e o que retorna ao curso d'água, e não consuntivos, que não originam perdas. A literatura classifica - a partir de uma construção intelectual abstrata - os usos consuntivos em

consuntivos, ou seja, aquele que origina perdas entre o volume derivado e o que retorna ao curso d'água. Conforme pode ser visto no Gráfico 1, estima-se que em 2030 essa demanda aumentará, o que ampliará o cenário de degradação dos corpos fluviais no ambiente urbano, caso os padrões atuais de urbanização permaneçam, pois esse é tido como o segundo maior uso responsável pelo consumo de água no país (ANA, 2019; UNESCO, 2015; VARGAS, 1999).

Gráfico 1 – Evolução da retirada de água no Brasil (1931-2030)



Fonte: Manual de usos consuntivos de água no Brasil (ANA, 2019)

A falta de planejamento urbano ambiental nas cidades brasileira ainda é uma constante e tem provocado altos índice de impermeabilização em zonas ripárias, falta de acesso à sistemas de esgotamento sanitário, ligações clandestinas da rede de esgoto e drenagem pluvial, dentre outros. Tem-se por um lado os padrões de crescimento que provocam o aumento dos usos consuntivos da água e, por outro lado, o aumento da ocupação de regiões como morros, alagados e várzeas. Situações que provocam a degradação dos rios em espaços urbanos, consequentemente, causam impactos para o desenvolvimento social, economia e saúde pública. (GORSKI, 2010; ALVIM, 2011).

Ademais, os padrões de urbanização calcado na expansão territorial, drenagem e ocupação de zonas de várzeas e intensa impermeabilização do solo resultaram no

---

urbanos, industriais e agrícolas. Entende-se que as três classificações se relacionam e interferem na qualidade das águas, com desdobramentos sociais, econômicos e ambientais nas áreas urbana e rural. (VARGAS, 1999)

encurtamento do ciclo hidrológico. Isso traz consequências negativas para a qualidade dos corpos hídricos, com perdas da potencialidade do uso da água e alterações no microclima urbano – mudanças na circulação dos ventos, efeitos de ilha de calor, alterações no sistema hidrológico (VARGAS, 1999; CARDOSO, 2017). Tucci (2008) aponta que essas situações são comumente encontradas nos grandes centros urbanos, onde são cada vez mais constantes os picos de vazão da água com situações de enchentes. Esses padrões começam a se repetir nas cidades de pequeno e médio porte.

Mais recentemente, pesquisas voltadas à criação de ferramentas e percursos metodológicos tem tratado da definição de sistemas avaliativos para condições de restauração<sup>2</sup> fluvial, a partir de uma visão holística do tema que coloca em diálogo assuntos do campo da biologia, arquitetura, urbanismo e geografia. A restauração consiste na melhoria das funções dos rios e da recuperação do equilíbrio dinâmico, deve envolver as especificidades urbanas, sociais, ambientais e econômicas da área de intervenção de modo a garantir a sustentabilidade dos ecossistemas envolvidos.

Essas ferramentas, denominadas de sistemas de indicadores, são aplicadas nas avaliações qualitativa e quantitativa das condições de um determinado ecossistema. Seu objetivo consiste em simplificar informações de fenômenos complexos, em dados qualitativos ou quantitativos e avalia-los conforme uma base conceitual abstrata. Os indicadores podem possuir uma ou mais variáveis desde que sua estruturação lógica reflita o funcionamento do próprio sistema, seja ele social, ambiental ou econômico, tornando evidente a existência de riscos, potencialidades ou caminhos para o desenvolvimento (HERCULANO, 2000; SUASSUNA, 2014).

A literatura aponta que os sistemas de indicadores têm tido, desde a década de 60, um maior desenvolvimento na esfera ambiental, e apresenta-se como ferramenta útil para estudos das condições de bacias hidrográficas urbanas. O uso desses mecanismos pode orientar uma melhor escolha na tomada de decisões, por parte de gestores, projetistas, em projetos de intervenção em rios urbanos ou, até mesmo, como mecanismo para evidenciar as condições existentes, como meio de

---

2 Cardoso (2012), em estudo sobre a terminologia utilizada para distinguir os diversos tipos de termos sobre intervenção em cursos d'água (restauração, reabilitação, renaturalização), demonstra que restauração é o termo mais utilizado pela literatura técnico-científica atual.

educação ambiental para a população. Embora seja previsto como algo necessário para construção de políticas públicas desde Agenda 21, a Nova Agenda Urbana – NAU (UN-HABITAT) e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, também estabelecem o objetivo 6, Água Limpa e Saneamento e incentivam o uso de sistemas de indicadores em rios urbanos de modo a monitorar suas condições. Apresenta-se, portanto, como uma oportunidade do campo metodológico a ser explorado.

Essas temáticas foram observadas pelo autor ao longo de sua trajetória acadêmica/profissional, inicialmente, a partir da experiência de intercâmbio na graduação, com o curso de Arquitetura da Paisagem, na Universidade de Washington, em Seattle nos Estados Unidos da América. Seattle é considerada uma das cidades mais verdes desse país e exemplo de intervenção em córregos e tratamento das águas urbanas. Isso ocorre devido à gestão e planejamento que integra a malha urbana com os aspectos climáticos e naturais da região, com impactos positivos na qualidade de vida da população e na economia local.

Seattle é referência no campo da aplicação de indicadores como foco na sustentabilidade urbana e ambiental, através da ação comunitária denominada Seattle Sustentável, 1998. Esse conjunto de indicadores é utilizado no diagnóstico das condições existentes na cidade, a fim de se traçar estratégias e ações para reparar danos urbano-ambientais ou manter os padrões de qualidade do espaço urbano. Assim, esse conjunto de indicadores possui uma visão holística e ampla a respeito da sustentabilidade. Envolve indicadores ambientais, sociais e econômicos, tais como: a taxa de manutenção do salmão selvagem, impermeabilização do solo, percentual de ruas voltadas para ciclistas e pedestres, distribuição de espaços verdes taxas de crianças vivendo na pobreza, ou taxa de jovens envolvidos em crimes, diversidade étnica, casos de asmas, consumo de água, dentre outros. (SUSTAINABLE SEATTLE, 1998).

No trabalho final de graduação, como respostas as atuais condições de degradação dos rios urbanos na cidade de Salvador, o autor propôs investigar a relação da cidade com seus rios a partir da análise da Bacia Hidrográfica do Rio Camarajipe - transformado em canal coletor de esgoto desde a década de 1950. O trabalho final de graduação esboçou um plano de intervenção na bacia do Camarajipe

com o desenho de um parque linear ao longo de trechos próximo à foz do rio, com o objetivo de reconectar a paisagem fluvial, o espaço público e as pessoas.

Mais adiante, através do curso de pós-graduação lato sensu, o autor trabalhou a temática das águas articulada à ocupação informal, ao saneamento e ao direito à cidade. Durante a especialização desenvolveu-se uma metodologia para prestação de assistência técnica voltada para a comunidade de Nova Esperança, residente às margens da Represa do Ipitanga, manancial de abastecimento da cidade. Durante o período de trabalho participativo pôde-se compreender a dinâmica da comunidade com o manancial em estudo. A partir disso, a equipe de trabalho apresentou propostas de intervenções urbanas como fomento para melhorias espaciais e aproximação da comunidade com o manancial, buscando estratégias que permitissem o contato e a preservação com as águas.

Soma-se a essas experiências, a participação no desenvolvimento do projeto do Parque Capibaribe em Recife, desenvolvidos pelo Inciti – Pesquisa e Inovação para Cidades, pela rede de pesquisadores da Universidade Federal de Pernambuco. O Parque Capibaribe consiste num projeto de cidade, que prevê um sistema de parques integrados ao longo das duas margens do rio Capibaribe. O objetivo do projeto consiste em resgatar o rio, sua bacia hidrográfica, como elemento estruturante da malha urbana e reconectar as pessoas com as águas do rio.

Diante dessa trajetória e da indagação sobre as constantes intervenções com cunho higienista em rios urbanos, esta pesquisa se esforça em investigar sobre uso de indicadores como fomento para construção de novas realidades alinhadas às demandas contemporâneas urbano-ambientais. Isso posto, esta pesquisa procura como fundamentação teórica e conceitual a abordagem sistêmica aplicada à cidade, denominada de urbanismo ecológico. Nessa abordagem a cidade é compreendida como um ecossistema, onde existem conexões entre os elementos construídos, as interações sociais e culturais dos usuários, conexões com o meio não vivo – solo, água, ar, luz solar – e conexões com os meios vivos – plantas, animais, microrganismo e outros. Segundo Spirn (2014) o pensamento do urbanismo ecológico tem se tornado essencial para a adaptação das cidades às condições ambientais e, assim, para a sobrevivência humana e de outros seres vivos.

Tucci (2008) afirma que no Brasil as intervenções em cursos d'água, ainda estão pautadas numa visão higienista de rápido escoamento. São intervenções que tendem a priorizar o viés econômico (custos de implantação e dos materiais empregados) e respostas rápidas ao problema existente. No entanto, diante dos problemas socioambientais que se agravam cada vez mais, tais como, inundações, arraste de sedimentos, doenças veiculadas pelas águas, dentre outros, os aspectos urbanos morfológicos, ambientais e sociais precisam ser equalizados, a partir de uma visão sistêmica com as demandas econômicas, para colaborar na busca por soluções com vista em melhores desempenhos a longo prazo.

Tendo em mente todas as questões citadas anteriormente, se pergunta: de que forma os elementos da ocupação urbana estão articulados e causam impactos sobre os rios urbanos? E utilizando-se de indicadores urbanos ambientais, quais os conceitos e critérios devem ser estabelecidos para avaliar as condições existentes da ocupação urbana que possam orientar diretrizes de intervenção com foco na restauração de rios urbanos?

Para responder essas perguntas, o **objetivo geral** desta investigação é:

Propor diretrizes para a construção de conjunto de indicadores pautados na ocupação urbana<sup>3</sup> que possam avaliar as condições de conservação e/ou restauração de rios urbanos, de forma a correlacionar as pressões exercidas pela ocupação urbana e os efeitos sobre o ambiente fluvial.

Os **objetivos específicos** são:

Identificar a relação entre o ambiente construído e o natural, através da degradação dos rios urbanos, considerando as perspectivas teórico-conceituais do pensamento sistêmico e das vertentes do urbanismo ecológico ambiental.

Analisar os indicadores de avaliação que tratam das condições existentes de rios urbanos tropicais, ou sistemas de avaliação de projetos com foco na conservação

---

<sup>3</sup> Segundo Aragão (2006), a morfologia urbana consiste no estudo do espaço urbano. Se atem aos estudos da malha urbana, ou trecho da mesma, e analisa todos os elementos que a compõem, articulando-os entre si e ao conjunto. Esse estudo pode considerar também os aspectos sociais e econômicos da produção do espaço urbano através de sua função e significados.

e/ou restauração desses corpos d'água, que contemplem critérios da morfologia urbana, econômicos e ambientais.

Correlacionar os principais aspectos da ocupação urbana que colaboram para a degradação dos rios urbanos e que podem ser utilizados como critério de avaliação das condições de conservação e restauração desses rios.

Isso posto e diante da complexidade e necessidade de articulação interdisciplinar e transdisciplinar do tema, esta investigação apresenta uma pesquisa empírica realizada com especialistas que atuam na gestão e planejamento dos recursos hídricos em meio urbano para identificar as estruturas e correlações entre as causas da ocupação urbana e efeitos sobre os rios urbanos.

Para alcançar tais objetivos, a dissertação se estrutura da seguinte forma:

O capítulo 2 desenvolve o contexto da degradação dos ambientes fluviais urbanos, apresentando a problematização e destaca as principais causas abordadas pela literatura acerca do tema. Neste mesmo capítulo são contextualizados os efeitos que acontecem sobre o ciclo da água e como isso interfere na qualidade do ambiente fluvial. Esse capítulo trata de apresentar também a base teórica que fundamenta a pesquisa, o pensamento sistêmico e seu desdobramento no campo da arquitetura e urbanismo – o urbanismo ecológico.

O terceiro capítulo aborda sobre o uso de indicadores enquanto ferramenta capaz de mensurar e avaliar as condições urbanas e ambientais, trata-se, portanto, de uma abordagem histórica e conceitual. Neste capítulo são identificadas as aplicações dos sistemas de indicadores no campo ambiental e do urbanismo, o discurso da sustentabilidade que rege a sua formulação e os devidos pressupostos para a construção de indicadores. Além disso, trata-se de identificar como os indicadores têm sido utilizados no cenário nacional, para avaliação das condições de conservação e restauração de rios urbanos. Ainda aqui são avaliadas pesquisas recentes que se dedicaram a construção de indicadores sobre o tema.

O percurso metodológico para a construção da pesquisa empírica é desenvolvido no capítulo quatro. Nele são detalhados os procedimentos utilizados pela Teoria das Facetas para a identificação dos critérios de avaliação, estrutura do questionário e

levantamento de dados que permitam identificar a correlação entre os elementos da ocupação urbana que impactam os rios urbanos. Neste capítulo será explicada a Teoria das Facetas, o passo a passo para a estruturação da pesquisa empírica, e o método estatístico utilizado para a análise dos dados.

O quinto capítulo reúne os resultados obtidos a partir da aplicação de questionário com especialistas. Os resultados devem demonstrar de que maneira os elementos urbanos interagem entre si e com outros fatores para causarem impactos sobre os rios urbanos. Essas relações são discutidas no capítulo incluindo também o posicionamento dos diversos perfis de especialistas que responderam o questionário. Neste capítulo serão apresentadas as diretrizes para a construção dos indicadores de avaliação das condições dos rios urbanos com foco nos aspectos estudados da morfologia urbana.

Por último, o sexto capítulo reúne as considerações finais, trata das reflexões sobre as lições apreendidas concernentes ao tema, tendo como base os resultados obtidos da pesquisa empírica e aponta alguns possíveis desdobramentos futuros de estudos sobre a restauração de rios urbanos e aplicações de indicadores urbanos com esse objetivo.

## 2 DA DEGRADAÇÃO À RESTAURAÇÃO DE RIOS URBANOS NO BRASIL

O processo de urbanização das cidades, com objetivo de expandir os centros urbanos, tem promovido historicamente, em grande parte das cidades, a degradação ambiental e consequentemente problemas socioambientais. Compreender os seus efeitos sobre os cursos d’água permite identificar quais características da urbe desempenham maior impacto sobre esses ecossistemas. Este capítulo discorre sobre esses impactos, como o marco ambiental influenciou o urbanismo contemporâneo na busca por novas soluções de planejamento e projeto, assim como, uma melhor compreensão a respeito das relações entre meio construído e meio natural, com ênfase nos rios urbanos.

O aporte teórico e conceitual discutido neste capítulo demonstra a latente necessidade de mudanças no paradigma que envolve a água e o espaço urbano, por meio da restauração ou da conservação desse recurso. Por ser de extrema importância, este aporte teórico e conceitual fundamentou o delineamento da pesquisa empírica deste trabalho.

### 2.1 Degradação de ambientes fluviais urbanos no Brasil

Entender o processo de urbanização a partir das águas é indispensável para compreender os meios que conduzem à degradação dos rios das cidades brasileiras. A passagem para o século XX no Brasil foi marcada por forte influência *haussmaniana* em intervenções nas cidades do Rio de Janeiro, Salvador, Recife e Belém. O capitalismo mundial provocou no território nacional a necessidade de reorganização da infraestrutura local, de tal modo que foi necessário abrir o interior do país para o mercado internacional para escoar os produtos aqui gerados e alavancar o desenvolvimento econômico interno. Nesse contexto, o Brasil foi marcado por fortes ideais modernizantes, em parte, pelas imigrações de contingentes populacionais europeus e asiáticos em substituição à mão-de-obra escrava (CARVALHO, MENEZES, e MOREIRA, 2010; NASCIMENTO, BERTRAND-KRAJEWSKI e BRITTO, 2013).

O final do século XIX foi marcado pela criação de novas escolas de engenharia no país com grande referência nos pensamentos das escolas francesas de base

positivista. Essas fariam surgir gerações de engenheiros como Pereira Passos, Theodoro Sampaio, Saturnino de Brito e Prestes Maia. Ademais, o pensamento positivista aliado ao pensamento político da época, lançaram as bases para transformar o Brasil em um país moderno e urbano. Conforme aponta Bertoni (2015), a engenharia sanitária constituía a principal matriz do urbanismo no Brasil até os anos 1920. Essa matriz fundamentou a adoção de modelos de intervenção urbana centrados nas questões estéticas e de eficiência do traçado viário, visando princípios de circulação de veículos, da água e do ar, alinhados às correntes higienistas presentes no urbanismo europeu. Através do higienismo buscava-se, também, solucionar o quadro de epidemias que se instalava nas cidades, em função do crescimento populacional acelerado e carente de infraestrutura adequada, o que impactava a economia interna do país.

No que diz respeito às águas, o pensamento era baseado na lógica sanitária, com soluções de controle das inundações a partir da retificação de rios e riachos e do escoamento rápido da drenagem pluvial. A literatura aponta que já havia discussão sobre utilização de técnicas de segregação das águas pluviais e de esgotamento sanitário. O uso de massas verdes em jardins, canteiros e praças era feito na perspectiva do embelezamento da cidade e da abertura de corredores para ventilação. Nesse contexto, cabe destacar, na área da hidrologia urbana e do saneamento, o papel do Engenheiro Francisco Saturnino Rodrigues de Brito (1864-1929) não somente pelas obras concebidas, mas também pelo amplo e profundo conhecimento de seus escritos divulgados nos meios nacionais e internacionais (NASCIMENTO, BERTRAND-KRAJEWSKI e BRITTO, 2013).

Saturnino de Brito possui um papel de destaque no pensamento urbanístico brasileiro voltado às águas na era da industrialização, o que pode ser demonstrado, por exemplo, pelos projetos elaborados para as cidades de Santos, Recife, João Pessoa e Salvador. Saturnino interagia com o pensamento de outros profissionais contemporâneos à sua época e importantes para a construção científica de seus projetos, dentre eles Camillo Sitte, Ebenezer Howard e Pierre Charles L'Enfant. A relevância do seu trabalho estava em considerar os aspectos próprios do sítio como os relevos, cursos d'água e vegetação para o traçado de sistemas viários em conjunto com soluções de amortização e controle de inundações, conforme pode ser visto na

Figura 1. Saturnino já entendia a necessidade de articular as questões urbanas morfológicas com aspectos do meio natural.

Figura 1 – Traçado geométrico em função da existência de rios e bosques



Fonte: BRITO, 1916 apud NASCIMENTO, BERTRAND-KRAJEWSKI e BRITTO, 2013.

Saturnino considerava que as águas pluviais no Brasil carreavam volumes consideráveis de sedimentos e o assoreamento nos sistemas deveria ser evitado. Por isso ele defendia o emprego de soluções de separação absoluta entre os sistemas de drenagem pluvial e esgotamento sanitário, e propôs esse tipo de solução para as cidades pequenas e de médio porte. Ademais, não seria conveniente misturar águas menos poluídas, provenientes de telhados e da rua, com esgotos sanitários (BRITO, 1903 *apud* NASCIMENTO, BERTRAND-KRAJEWSKI e BRITTO, 2013).

Apesar de tudo, é válido ressaltar que o pensamento de Saturnino de Brito não pode ser considerado como precursor das medidas compensatórias<sup>4</sup>, atualmente colocadas como relevantes na discussão do pensamento urbano voltado às águas. As suas intervenções foram fundamentais para o desenvolvimento urbano de uma época do país, porém são questionáveis quando analisadas sob a visão ecológica de produção de cidade, que dialoga a infraestrutura urbana adaptativa e multifuncional em detrimento das medidas de retificação, canalização e dessecamento de pântanos (GORSKI, 2010; NASCIMENTO, BERTRAND-KRAJEWSKI e BRITTO, 2013).

---

<sup>4</sup> São consideradas medidas compensatórias uma série de estratégias de gestão, planejamento e desenho urbano com alternativas às tradicionais técnicas de drenagem pluvial e manejo das águas pluviais no espaço urbano.

Durante meados do século XX as mudanças dos padrões econômicos do setor primário para o secundário e as consequentes possibilidades de transformações sociais (como altos níveis de educação, acesso à saúde, aumento da longevidade, melhor qualidade de vida, difusão cultural, dentre outros) proporcionaram o intenso processo de urbanização das cidades brasileiras (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2015; TUCCI, 2008). Se, por um lado os avanços no setor econômico e o elevado crescimento populacional impulsionaram o Brasil a ampliar as redes de distribuição de água e fomentar a implantação de hidroelétricas, com consequentes aumentos do consumo da água nas atividades agrícola, industrial e domésticas; por outro lado, o acesso a serviços de esgotamento sanitário, urbanização e habitação não acompanharam o mesmo ritmo, ainda continuam bastante precários. Esses fatores continuam a evidenciar o planejamento inadequado para o crescimento das cidades, caracterizado pela ocupação espontânea e, em grande parte, irregular e com pouca, ou quase nenhuma, articulação entre as políticas de ordenamento territorial e ambientais. Tais características resultam em constantes tensões entre a ocupação e a preservação de recursos naturais nas áreas urbanas, com consequências para a qualidade de vida nos centros urbanos (ANELLI, 2015).

A visão sobre as águas adquiriu maior complexidade no espaço urbano brasileiro com o intenso processo de urbanização do país, principalmente no período de industrialização, quando as demandas por salubridade e controle de epidemias das cidades foram dominadas por estratégias higienistas. A lógica do rápido escoamento das águas urbanas tomou conta das soluções empregadas em diversas cidades, muitas vezes transformando rios urbanos em coletores centrais de esgoto, marcando uma ruptura entre o ambiente fluvial e o urbano.

Em breve levantamento histórico, Tucci (2008) descreve que a fase higienista é aquela em que predomina o transporte dos deflúvios para locais distantes da população, e na qual há grande emprego de canalização e escoamento das águas. Essas ações, que ocorreram mundialmente até os anos 1970, tiveram como objetivos a redução de doenças, controles de cheias e criação de vias para o transporte. O advento das questões ambientais, no final da década de 70, principalmente nos países economicamente desenvolvidos, alterou o enfoque higienista para dar foco ao tratamento de esgotos domésticos e industriais, ao amortecimento do escoamento superficial, tratamento do escoamento pluvial, dentre outros. Isso fez emergir

estratégias, ferramentas e políticas voltadas para a restauração de rios urbanos, conservação ambiental, redução das inundações e melhorias da qualidade de vida nesses países.

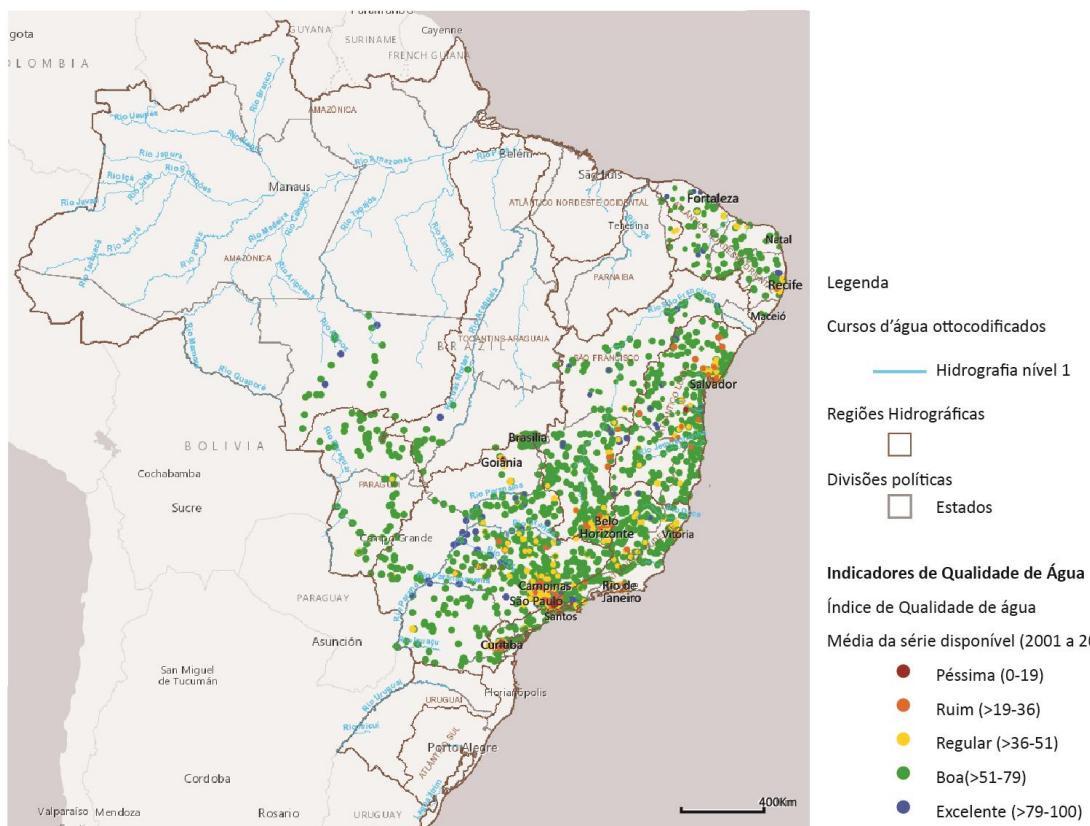
Enquanto isso, no Brasil, conforme Cardoso (2017), o urbanismo marcado pela elaboração de planos gerais que estabeleciam canalizações e avenidas de fundo de vale ainda é prevalecente. Em outras palavras, Tucci (2008) concorda com Cardoso ao afirmar que o enfoque higienista ainda permanece na atualidade, porém sem planejamento urbano de longo prazo e com diferenças sociais bem marcadas pelas distintas formas de ocupação urbana. Muitas dessas ocupações ocorrem em áreas ambientalmente frágeis, tais como encostas íngremes, topos de morros, mangues, dunas, margens de cursos d'água, fundos de vales e florestas, e são marcadas pela falta de acesso a tratamento de esgoto e resíduos sólidos.

Nas cidades brasileiras contemporâneas, os elevados índices de densidade, informalidade da ocupação e especulação do solo ainda são constantes e provocam altos índice de impermeabilização em zonas ripárias, supressão de vegetação ciliar, esgotamento clandestinos, dentre outros problemas. Esses fenômenos recorrentes nas grandes cidades, também se reproduzem em pequenas e médias cidades (TUCCI, 2008). A Figura 2 apresenta os dados disponíveis pela Agência Nacional de Águas (ANA) para o Índice de Qualidade das Águas (IQA) no Brasil, entre os anos 2001 e 2016, a concentração dos piores índices estão localizados nas grandes cidades: Curitiba, São Paulo, Rio de Janeiro, Vitória, Belo Horizonte, Salvador e Recife. Percebe-se também que índices regulares e ruins podem ser encontrados afastados desses centros, em cidades de menor porte. Os dados correspondem as unidades de monitoramento existentes no país, até o período da média disponível. As redes de monitoramento são mantidas pelas unidades federativas e atuam de modo independente, alguns estados não realizam qualquer monitoramento de qualidade da água, ou quando existem são deficientes quanto aos dados temporais e espaciais. Isso justifica o grande vazio de informações na Figura 2 nas regiões norte, sul e em algumas áreas da região nordeste. (BRASIL, 2017)

Esses efeitos são em decorrência, por um lado, dos padrões de crescimento que provocam o aumento dos usos consuntivos da água e, por outro lado, do aumento da ocupação de regiões como morros, alagados e várzeas. Ambos influenciam para

a degradação direta e indireta dos corpos hídricos no espaço urbano. (GORSKI, 2010; ALVIM, 2011).

Figura 2 – Média da série disponível entre 2001-2016 do Índice de Qualidade das Águas no Brasil.



Fonte: AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2019

As vias diretas de degradação relacionam-se ao consumo da água e à poluição por despejo de efluentes domésticos, industriais e agroindustriais. Um dos fatores mais preocupantes diz respeito à precária distribuição de esgotamento sanitário<sup>5</sup>, 45% da população do Brasil não possui acesso à rede de esgotos (BRASIL, 2017). Esse dado demonstra que o planejamento sanitário não acompanhou o crescimento

<sup>5</sup> O Plano Nacional de Saneamento Básico (2014) considera que o atendimento adequado de esgotamento sanitário corresponde ao realizado por solução individual de fossa séptica ou com esgotos coletados e tratados de forma coletiva. O Atlas de Despoluição de Bacias Hidrográficas aponta que 43% da população é atendida por sistema coletivo; 12% é atendida por fossa séptica; 18% da população possuem esgotos coletados, mas não são tratados; e 27% é desprovida de qualquer atendimento. Os dados são mais alarmantes quando se considera que pela Resolução CONAMA nº 430/2011 os efluentes deveriam remover 60% dos níveis de carga orgânica, sendo que apenas 31 dos 100 municípios mais populosos alcançam essa meta. (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL), 2017)

populacional e desordenado das cidades brasileiras, com consequências para a manutenção da qualidade dos corpos hídricos urbanos e da infraestrutura dos sistemas de drenagem, muitas vezes utilizadas como rede de esgoto através das ligações clandestinas. Britto e Silva (2006) reconhecem que esse fato implica situações de vulnerabilidade socioambiental nas quais, com frequência, as populações de níveis sociais inferiores à escala de estratificação social ocupam áreas de maior exposição a riscos ambientais.

Ademais, o despejo de esgoto sanitário nos sistemas fluviais colabora para a desvalorização das paisagens ribeirinhas e as transforma em elementos residuais no tecido urbano. A presença do mau cheiro, a turbidez da água e a possibilidade de contaminação somadas à ameaça de inundação e a percepção do rio como obstáculo à mobilidade são constantes que colaboram para a depreciação dos valores culturais ligados à imagem dos rios. Conduzem, muitas vezes, para a perda de afetividade e o esquecimento dos recursos hídricos existentes nas cidades.

Sobre as vias indiretas, estas podem ser relacionadas à adoção de soluções de drenagem convencionais, ocupação irregular das margens, altas taxas de impermeabilização do solo, supressão da vegetação ripária, poluição difusa e deposição de sedimentos. São variáveis que alteram, em maior ou menor escala, a morfologia dos sistemas fluviais e causam instabilidade hidrológica de um canal, ou de toda uma bacia hidrográfica (PELLEGRINO *et al*, 2006). Na Tabela 1, Tucci (1997) relaciona a densidade habitacional à área impermeável através de dados obtidos do estudo de três cidades brasileiras: Curitiba, São Paulo e Porto Alegre.

Tabela 1 – Relação entre densidade e área impermeável.

<b>Densidade habitacional e área impermeável (adaptado de Campana e Tucci, 1994)</b>	
<b>Densidade habitacional (hab/há)</b>	<b>Área impermeável (%)</b>
25	11,3
50	23,3
75	36,0
100	50,0
120	58,7
150	64,7
200	66,7

Fonte: TUCCI, 1997.

O autor realiza esse estudo para avaliar o impacto do desenvolvimento urbano sobre bacias hidrográficas. Para isso toma-se como base modelos hidrológicos, que consideram dados matemáticos para estimar o tempo de retorno de precipitações e a estimativa da área impermeável. Esse último é realizado com base na densidade habitacional considerada pelo planejamento urbano a partir de duas restrições: índice de ocupação e o índice de aproveitamento. O primeiro trata da área ocupada em projeção sobre o terreno, o segundo refere-se ao solo criado ou o determinado potencial de verticalização, ou seja, a relação entre a área construída e a área do terreno. Portanto, para o estudo o autor propõe converter a densidade habitacional em área impermeável e utiliza-se das condicionantes da ocupação.

Segundo esta tabela, o crescimento da área impermeável não é necessariamente proporcional ao crescimento da densidade habitacional. Andrade (2014) pontua que a questão da densidade depende de fatores como a localização da bacia hidrográfica, o tipo de solo, declividades e controles pós-ocupação. Não existe um consenso na literatura acerca de qual densidade é a mais adequada, a autora aponta que o ideal consiste em uma combinação de densidades de ocupações locais e que devem incorporar espaços abertos e estratégias de preservação dos recursos hídricos.

Entretanto, para as bacias hidrográficas, onde o efeito da infiltração é importante, o impacto do aumento de área impermeável é geralmente maior, ocasionando as enchentes. Em sistemas naturais, essas bacias se utilizam das áreas de banhados - faixas de transição entre o ambiente terrestre e aquático - favorecendo a infiltração e recarga lenta dos córregos ou riachos. Em bacias antropizadas esse efeito é anulado, e assim, ocorrem os alagamentos – acúmulo de água em zonas distantes de corpos hídricos devido ao mal funcionamento do sistema de drenagem ou sobrecarga do mesmo (GORSKI, 2010).

Não obstante, ainda é comum a prática de intervenções como a canalização dos cursos d'água, sob às justificativas de solucionar problemas de vazão, inundação, proliferação de insetos e outros. Cardoso (2017) evidencia que em rios retificados a possibilidade de mudança do curso é nula, efeito que acontece de forma natural ao longo do leito menor criando meandros que ajudam a reduzir e controlar a vazão. A rigidez imposta por obras hidráulicas impossibilita a renovação das estruturas do rio,

das condições específicas da biodiversidade e dos núcleos biológicos. Ademais, o autor ainda afirma que “o aumento da capacidade de vazão reduz a frequência de transbordamento das cheias menores e médias, porém permanece as grandes enchentes” (CARDOSO, 2017, p. 67).

Essas questões anteriores demonstram que a água é um recurso complexo e de caráter multidisciplinar dentro do ambiente urbano. As interferências nesse recurso causam impactos à saúde, à economia, à qualidade do espaço urbano, ao desenvolvimento social, e assim, à qualidade de vida da população. Compreende-se que as questões relacionadas à água estão articuladas a outras agendas urbanas - habitação, urbanização, sistemas de áreas verdes, dentre outras - assuntos interdependentes e que possuem rebatimento direto e indireto, em maior ou menor grau, nas condições urbanas, ambientais e sociais.

## **2.2 O ciclo hidrológico e o ciclo urbano da água**

Segundo a literatura, a superfície terrestre na qual o escoamento superficial em qualquer ponto converge para um único ponto fixo, é denominado de bacia hidrográfica. Portanto o território deve ser dotado de uma declividade que possibilite o escoamento das águas direta ou indiretamente para um corpo de água central, assim, uma bacia é formada um por um rio principal e seus afluentes, que podem formar outras sub-bacias. Considera-se que as bacias são separadas de suas adjacentes em função dos divisores de águas que correspondem ao ponto mais elevado terreno. (GORSKI, 2010; ANDRADE, 2014)

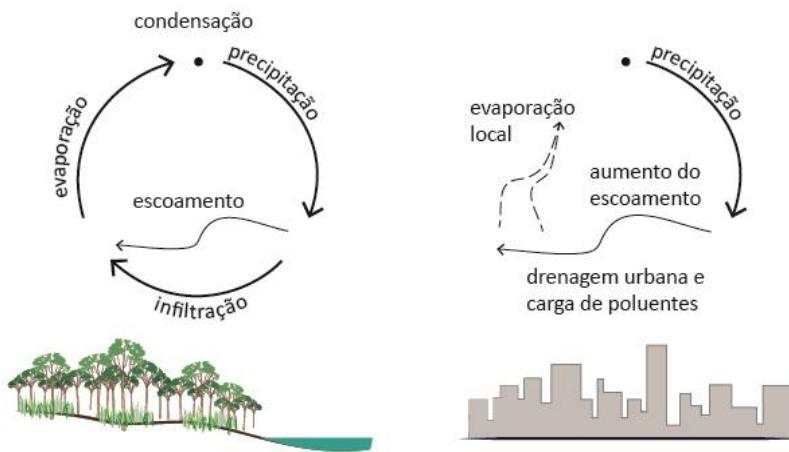
Os elementos naturais que compõem uma bacia desempenham funções que promovem a manutenção dos ecossistemas aquáticos e mantém equilibrados os ciclos naturais – relativos ao ar e ao solo. Vale ressaltar que o funcionamento do ciclo hidrológico está atrelado às características geográficas naturais – relevo, vegetação, clima, ventilação – portanto, influem na distribuição desigual da chuva na superfície terrestre. Desse modo, criam zonas que variam entre mais áridas e zonas mais chuvosas (OTTO, B.; MCCORMICK, K.; LECCSESE, M, 2004; VARGAS, 1999). De modo geral, o ciclo hidrológico considera que o volume de água da superfície terrestre permanece constante como um ciclo fechado e, por essa razão, a água é considerada elemento renovável que sofre alterações em sua distribuição pela superfície do globo.

Sob condições naturais em uma bacia hidrográfica, o ciclo hidrológico consiste em um processo no qual a água, ao evaporar, devido à ação do aquecimento solar e pela evapotranspiração da vegetação e do solo, circula pela atmosfera, passa pela superfície e/ou infiltra no solo para abastecer os lençóis freáticos ou para uso da vegetação. Parte da água segue por riachos e córregos que alimentam corpos hídricos maiores, que por sua vez seguem em direção ao oceano. Durante todo o processo a água retorna para atmosfera continuamente, mantendo o funcionamento cíclico.

Vale ressaltar que a explicação acima é bastante simplificada, contudo alguns aspectos são importantes de serem frisados e tem relação com o desenvolvimento desta pesquisa. O primeiro deles é que a água se movimenta na camada terrestre, por capilaridade ou pela ação da gravidade. Por capilaridade, ocorre um movimento ascendente em direção à superfície, efeito da tensão superficial. O restante infiltra por gravidade, através dos poros até encontrar uma superfície rochosa impermeável. Parte dessa água fica retida devido a processos físico-moleculares, e parte participa da recarga subterrânea e dos cursos d'água. Assim, em zonas onde o terreno é considerado saturado a água aflora formando as nascentes que alimentam os cursos d'água.

Isso posto, pode-se dizer que existem rios que recebem águas subterrâneas, onde há o aumento da vazão a jusante. Esses rios são denominados de efluentes e geralmente ocorrem em regiões de clima úmido. Existem ainda rios em que a vazão diminui a jusante, ou seja, a sua água é que recarrega os lençóis freáticos, e são denominados de rios influentes, ocorrendo em lugares de clima seco (CARDOSO, 2017). Os rios efluentes sofrem mais com a intensa impermeabilização do solo, como abordado por Tucci (1997).

Figura 3 – Esquema gráfico do ciclo natural da água e ciclo urbano da água

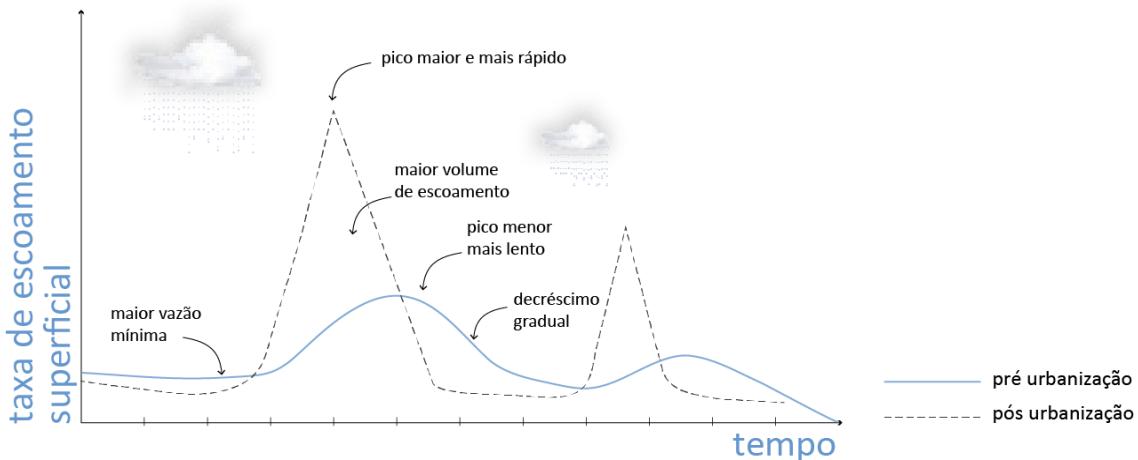


Fonte: Desenho do autor, adaptado de Hoyer, J. et al. (2011)

A particularidade das cidades consiste na grande demanda por recursos como água, alimentos, eletricidade e combustível, sendo capazes de explorar ecossistemas para além de seus limites. Assim, o aumento das demandas pelos usos múltiplos e os padrões de distribuição da água são alterados conforme a sua expansão e densificação. As alterações sobre a superfície terrestre criam um movimento da água que é denominado de ciclo urbano da água, a qual se sobrepõe ao ciclo hidrológico, como apresenta a Figura 3.

Dessa forma, a inserção de novas edificações, pavimentações, canalizações, remoção da vegetação e forração do solo resultam no encurtamento do ciclo hidrológico. Consequentemente, impactam negativamente a qualidade dos corpos hídricos com possíveis perdas de potencialidade do uso da água, e influem negativamente para alterações no microclima urbano – mudanças na circulação dos ventos, efeitos de ilha de calor, alterações no sistema hidrológico (VARGAS, 1999; CARDOSO, 2017). Os processos de urbanização com a intensa impermeabilização do solo acarretam no aumento do volume de água precipitada em um curto intervalo de tempo, da precipitação em áreas mais densas e do escoamento superficial atingindo a vazão máxima dos rios, conforme pode ser visto na Figura 4.

Figura 4 – Taxa de escoamento antes e depois da urbanização



Fonte: Desenho do autor, adaptado de Tucci (2005).

O efeito é contrário nos períodos de estiagem: como há menor infiltração da água no solo, a vazão dos cursos d’água tende a diminuir, pois as reservas subterrâneas que são liberadas paulatinamente e que recarregam os cursos d’água são menores. Esse efeito é ainda maior em áreas urbanas extensas e, em grandes centros urbanos, a manutenção do escoamento para os rios pode ser, em grande parte, mantida pelo fluxo de esgoto não coletado e pelas perdas da rede de distribuição de água (TUCCI,2008).

Andrade (2014) pontua que o ciclo urbano da água se reduz ao binômio escoamento e infiltração, sendo o segundo o de menor incidência. Vale ressaltar que os impactos da urbanização sobre o ciclo da água variam no tempo e espaço e são dependentes do clima local, da geologia, da pluviosidade, do tipo de solo, do nível de desenvolvimento urbano, das práticas de engenharia, ambientais, religiosas, culturais e de fatores socioeconômicos.

Em suma, segundo apresenta Cardoso (2017) as bacias hidrográficas estão relacionadas diretamente com o ciclo hidrológico, portanto, o comprometimento dos recursos hídricos está associado ao mau ordenamento das bacias. A literatura em geral aponta a relevância de se considerar a dinâmica ambiental e urbana de uma determinada área de escoamento, bem como a interação com outras bacias adjacentes. Portanto, a bacia hidrográfica é uma unidade ecossistêmica e uma

unidade espacial básica de análise ambiental e, desde a Constituição Federal do Brasil de 1988, tem sido definida como unidade de planejamento e gestão. No entanto, para Alvim, Collet Bruna e Costa Kato (2008) ainda é necessário articulá-la com outros sistemas e instituições que funcionam com limites distintos que definem políticas territoriais para melhor aproveitamento do potencial de planejamento.

## **2.3 Mudanças de paradigma na relação entre o ambiente urbano e o fluvial**

### **2.3.1 As agendas urbanas e a relação com os cursos d'água**

O poder de atração econômico exercido pelas cidades pós-industriais resultou no aumento populacional que impulsionou a demanda por moradias e emprego, e dificultou o acesso a terras, a infraestrutura de saneamento básico e ao transporte de qualidade. Houve aumento da degradação ambiental e escassez de recursos naturais com a contaminação das águas, aumento dos gases de efeito estufa e maior produção de resíduos industriais e domésticos. Esses fatos são agravados nos países em desenvolvimento, devido às enormes diferenças sociais existentes. Tais questões colocaram em xeque, até meados do século XX, os modelos de urbanização adotados que sobrepõem o ambiente construído ao ambiente natural.

Nesse cenário, novos debates acerca dos modos de desenvolvimento e produção de cidades são colocados por pensadores e ativistas, frente aos grandes desastres ambientais oriundos dos meios de produção até então vigentes. A discussão entre lideranças e organizações mundiais, iniciada pelo Clube de Roma, em 1968, e logo em seguida pela Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente – ou Conferência de Estocolmo – em 1972, sugeriram um novo padrão de desenvolvimento, pautado na sustentabilidade econômica, social e ambiental dos meios de produção/crescimento.

Do Relatório de *Brundtland*, com a definição do termo Desenvolvimento Sustentável<sup>6</sup>, passando pela Rio'92, com a elaboração do relatório da Agenda 21, o

---

<sup>6</sup> A partir da década de 1980, o termo Desenvolvimento Sustentável é amparado pela Organização das Nações Unidas (ONU) através do Relatório de *Brundtland* como: “desenvolvimento sustentável é desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades”. Esse termo coloca em destaque três pilares – o econômico, o social e o ambiental. (LAGO, 2007)

termo da sustentabilidade nas metrópoles foi considerado central no debate sobre questões ambientais e econômicas. No campo da arquitetura e urbanismo, voltaram-se as atenções para a busca por estratégias urbanas que colocassem os meios de produção do ambiente construído como responsável pela preservação de recursos, dentre eles a água (ANDRADE, 2003; ALENCAR, 2016).

Diante da temática desta pesquisa, cabe destacar a importância da Agenda 21 na definição de um programa de ação com foco no estímulo para novas concepções de desenvolvimento econômico, atingindo o âmbito do planejamento urbano, ambiental e social. Dentre elas cabe destacar as relativas aos recursos hídricos (capítulo 18) e à construção de informações para tomadas de decisão (capítulo 40). A Agenda 21 aborda a água como um recurso finito e vulnerável, e aponta a necessidade de mecanismos de coordenação do seu manejo que atuem de modo integrado, evitando-se a fragmentação de responsabilidades entre os órgãos dos Estados. Ademais, propõe estratégias para a promoção de pesquisas, proteção, melhores práticas de uso do recurso hídrico disponíveis, a fim de evitar a poluição pela descarga de resíduos e a exploração excessiva.

A respeito da construção de informações, a Agenda 21 fomenta a coleta e avaliação de dados, sugerindo o uso de indicadores enquanto método de avaliação que sirva de alicerce “[...]para a tomada de decisões em todos os níveis e que contribuam para uma sustentabilidade autorregulada dos sistemas integrados de meio ambiente e desenvolvimento.” (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 2001). Suassuna (2014) pontua que esse documento estabelece um marco no uso de indicadores como instrumentos de avaliação ambiental, capazes de orientar processos de mudanças ou acompanhamento de políticas e, enquanto medidas não estruturais, podem ajudar no entendimento da complexidade de fenômenos, nas tomadas de decisão ou na comunicação de tendências. Este assunto será mais aprofundado no próximo capítulo.

Na esfera nacional, sabe-se que as primeiras conferências mundiais da ONU influenciaram as políticas ambientais, sobretudo envolvendo a gestão dos recursos hídricos. Dentre essas influências, vale ressaltar que a Constituição Federal de 1988 outorgou responsabilidades ao município, na gestão de uso do solo, e ao Estado, na

organização regional e gestão de políticas de caráter intermunicipal. Definiu, também, a bacia hidrográfica como uma unidade de planejamento e gestão, o que posteriormente criou espaços para a Lei Federal nº9.433, ou Lei das Águas, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Essa lei define a água como bem de domínio público dotada de valor econômico, devendo sua disponibilidade ser assegurada à atual e às futuras gerações em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos. (BRASIL, 1997; ALVIM, A. T. B.; COLLET BRUNA, G.; COSTA KATO, R, 2008; GORSKI, 2010).

Ainda que de forma emergente, a instituição dessas e de outras leis, como o Estatuto da Cidade, estabeleceram parâmetros para políticas urbanas voltadas à gestão de fundos de vale, e ampliaram a atuação dos municípios na criação de parques lineares ao longo de rios e no remanejamento de populações em áreas de risco. Recentemente, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) aprovou a Resolução nº181, de 07 de dezembro de 2016, determinando as Prioridades, Ações e Metas do Plano Nacional de Recursos Hídricos para 2016-2020. Dentre as prioridades, cabe destacar: o apoio e a difusão de tecnologias sociais para melhoria da gestão das águas; a ampliação dos conhecimentos a respeito dos usos das águas e futuros impactos em sua disponibilidade; a avaliação das áreas de risco de eventos extremos que gerem situações adversas à população; e, por fim, a destinação de recursos financeiros para implantação de projetos que promovam a recuperação e conservação de bacias hidrográficas (BRASIL, 2016).

Gorski (2010) aponta que, no cenário nacional, não é por falta de órgãos de gestão e legislação adequadas que os rios e bacias brasileiros chegaram ao estado atual de degradação. Schlee, Coelho Netto e Tamminga (2006) confirmam que o ideal da bacia hidrográfica enquanto unidade de planejamento está amplamente difundido. Ambas pesquisadoras concordam que, no caso nacional, o problema é omissão na fiscalização, ausência de investimentos em áreas protegidas e conflitos entre planos e projetos urbanos e ambientais.

Lima, Abrucio e Silva (2014) acrescentam ainda que existem dificuldades nos modelos vigentes de gestão dos recursos hídricos, dentre eles, cabe citar aqui os relativos ao município: a subutilização dos municípios para outorga e fiscalização; a baixa capacidade técnica; falta de articulação da temática com a questão hídrica

(mesmo possuindo a prerrogativa da gestão do solo); falta de diálogo entre os planos de bacia e os planos diretores municipais; falta de diálogo entre a União e os municípios quanto à gestão dos recursos hídricos. Há necessidade de capacitação de gestores públicos e cidadãos de forma a possibilitar a participação social e a educação socioambiental – fator importante para alcançar resultados positivos na conservação e restauração dos recursos naturais.

### 2.3.2 Relações teóricas sobre o meio ambiente urbano: a teoria geral dos sistemas e urbanismo ecológico

É notório que os problemas relativos ao espaço urbano não podem ser desassociados dos problemas ambientais, e vice-versa. Cada vez mais o entendimento de que os problemas da sociedade contemporânea são sistêmicos, estão interligados e são interdependentes, ficam evidentes. A respeito disso, Capra (1997) cita:

O novo paradigma pode ser chamado de uma visão de mundo holística, que concebe o mundo como um todo integrado, e não como uma coleção de partes dissociadas. Pode também ser denominado visão ecológica, se o termo "ecológica" for empregado num sentido muito mais amplo e mais profundo que o usual. A percepção ecológica profunda reconhece a interdependência fundamental de todos os fenômenos, e o fato de que, enquanto indivíduos e sociedades, estamos todos encaixados nos processos cíclicos da natureza (e, em última análise, somos dependentes desses processos). (CAPRA, 1997, p. 16)

Isso posto, o novo paradigma pode ser definido como o pensamento sistêmico, o qual sugere que as propriedades essenciais de um organismo são propriedades do todo, ou seja, uma parte desse organismo não terá as mesmas propriedades quando analisadas isoladamente. Portanto, a natureza do todo é sempre diferente da soma das partes que o compõem, o que torna fundamental a compreensão das relações entre as partes ao invés da parte isolada.

Partindo-se do conceito de ecologia<sup>7</sup> empregado por Capra (2014), os ecossistemas podem ser de diversos tamanhos e formam estruturas multiniveladas de sistemas que estão aninhadas dentro de outros sistemas. Segundo aponta Alcamo *et al* (2003), um ecossistema é formado por um conjunto complexo de dinâmicas entre

---

<sup>7</sup> Segundo Capra (2014) o termo ecologia corresponde ao estudo científico das relações entre os membros da superfície terrestre e seu ambiente vivo – interagindo com outros membros da comunidade - e não vivo – como ar, minerais, água, luz, ventos, dentre outros. A unidade básica da ecologia é o ecossistema, que é definida como uma comunidade de diferentes espécies em uma determinada área, interagindo com o ambiente vivo e não vivo.

comunidades de plantas, animais, microrganismos e por elementos não vivos, como ar, solo e água. Cada uma dessas comunidades integra um conjunto de sistemas que se relacionam entre si, no qual as conexões são as relações entre as partes, formando um todo integrado. Existem diferentes níveis de complexidades nos sistemas, com leis específicas operando em cada nível, sendo que os fenômenos observados em um nível exibem propriedades não encontradas em níveis inferiores (CAPRA, 1997).

Considerando o campo da arquitetura e do urbanismo, no qual se insere esta pesquisa, a cidade, quando entendida a partir do pensamento sistêmico, corresponde a um sistema de maior proporção e nível de complexidade, ao mesmo tempo em que integra diversos outros sistemas, como subconjuntos que se relacionam entre si. Também pode ser considerada como um subsistema, que faz parte de um sistema maior e mais complexo que a cidade em si. A partir dessa abordagem, pode-se entender a urbe como um ecossistema, onde é possível reconhecer as conexões entre os elementos construídos, as interações sociais dos usuários, as conexões com o meio não vivo – solo, água, ar, luz solar, ventos – e as conexões com os meios vivos – plantas, animais, microrganismos e outros. Essa visão corresponde a definição de “ecologia profunda”, e também é o alicerce do pensamento sobre o urbanismo ecológico, o qual tem se tornado fundamental para a sobrevivência humana, como apresenta Anne W. Spirn a respeito do desenho de paisagens:

[...] a sobrevivência humana depende da adaptação de nós mesmos e de nossos assentamentos em novas formas de sustentar a vida, moldando contextos que reconhecem conexões com o ar, terra, água, vida e entre si, e que nos ajudam a sentir e entender essas conexões, através de paisagens que são funcional, sustentável, significativa e artística. (SPIRN, 1998, apud SPIRN, 2011, p. 1, tradução nossa)

O enfoque ecossistêmico da produção do espaço urbano retoma discussões anteriores, apresentadas nos tratados do séc. XV, do arquiteto Leon Battista Alberti, o qual recomendava que as cidades deveriam ser adaptadas às características do ambiente, a fim de promover melhores condições de habitabilidade. Retoma também o conceito da Cidade Utópica de Thomas More, de 1516, bem como os projetos de parques urbanos, vias parques e bairros em áreas urbanas produzidos pelo paisagista Frederick Law Olmsted, os quais simulavam as condições criadas pela natureza, afim de acelerar os processos naturais com o intuito de melhorar as condições de saúde, segurança e bem-estar para os residentes de áreas urbanas.

O enfoque ecossistêmico retoma ainda o discurso de Ebenezer Howard, de 1902, que deu início ao movimento Cidades-Jardins. Nesse modelo, a indústria deveria ser integrada com habitações, jardins e fazendas, conectadas através de ferrovias. Essas cidades deveriam ter uma população limitada a 30 mil habitantes e seriam separadas umas das outras por campos. Cidades-jardins surgiram em muitos países, mas não conseguiram lidar com o crescimento acelerado das cidades, e muitas delas incorporaram aspectos ornamentais da natureza, com pouca observação aos processos naturais. (SPIRN, 1993; 2011)

Ainda no início do séc. XX, o geógrafo e planejador Patrick Geddes, em oposição a Howard, abordou a cidade e suas vizinhanças como um conjunto orgânico em evolução e, para o seu planejamento, era necessário compreender a história natural e cultural, bem como as demandas da vida presente do sítio. Essa visão influenciaria Lewis Mumford, que descreveu:

[...] um novo sentido da forma alcançará a arquitetura e o desenho da cidade, quando se alcançar uma visão mais orgânica a respeito da complexidade das inter-relações da cidade e sua região, das características dos meios urbano e rural, da pequena escala e da grande escala. [...] deverá receber contribuições dos fenômenos naturais que formam os rios, as baías, as montanhas, florestas, vegetação, clima, bem como àqueles referentes a cultura e história da humanidade, com as complexas interações de grupos, corporações, organizações, instituições e personalidades. (MUMFORD, 1968, p. 164 apud SPIRN, 2011, p. 3)

Spirn (2014) pontua que o trabalho desenvolvido por Ian McHarg corresponde a outra grande contribuição para o urbanismo ecológico, no que defendia o trabalho da natureza como um processo com interações, definidos por leis próprias, muitas vezes com certas limitações e proibições para o uso humano. O grande avanço nos campos do planejamento e desenho urbano, apresentado por McHarg, foi a aplicação do inventário ecológico para estudo e diagnóstico dos sítios de intervenção. Esse consistia numa listagem de diversos parâmetros - clima, geologia, hidrologia, limnologia, solo, vegetação e vida animal – que avaliariam os problemas e oportunidades locais conforme as condições naturais, bem como os impactos causados pela ocupação humana.

Outra importante contribuição consiste no trabalho do geógrafo e ecologista alemão Carl Troll, em meados do século XX. Baseado em uma concepção ampla e holística da paisagem, Carl Troll utilizou-se da observação dos processos de

fragmentação e conectividade, como causa e efeito das ações antrópicas nos ecossistemas naturais. Assim foi cunhado o termo “Ecologia da Paisagem”, no qual a paisagem urbana é tida como um sistema complexo, que recorre às adaptações em casos de desequilíbrios (ALENCAR, 2016; DAMASCO, 2016).

Spirn (2014) sugere que o urbanismo ecológico inclui alguns conceitos fundamentais, por exemplo: a cidade é parte do meio natural e são habitat; é formada por ecossistemas dinâmicos e interconectados; cada cidade tem um contexto histórico e cultural importante para o seu desenvolvimento e planejamento, portanto o desenho urbano é uma ferramenta necessária para a adaptação e sobrevivência humana.

Isso posto, deve-se considerar que as cidades movimentam enorme quantidade de energia e matéria-prima para seu funcionamento, através de um sistema complexo, criado pelos processos culturais humanos, diferente do sistema da natureza, porém com ele interconectado. Assim, todas as atividades antrópicas estão inseridas em um determinado ecossistema e dependem de uma série de benefícios para o seu funcionamento, os quais são denominados de serviços ecossistêmicos. Segundo definição de Alcamo *et al* (2003), esses incluem os serviços de provisão, de regulação, culturais e de suporte.

Os serviços de provisão correspondem aos produtos obtidos do ecossistema, como a água, comida, combustível, fibras e madeira. Os de regulação correspondem aqueles obtidos a partir da regulação dos processos ecossistêmicos, como regulação do clima, controle de doenças e pragas, polinização e purificação da água. Já os serviços culturais são obtidos através da experiência espiritual, do desenvolvimento cognitivo, da reflexão, das experiências paisagísticas, recreativa, estética, educacional e outros. Por sua vez, os de suporte são aqueles necessários para a produção de todos os outros serviços ecossistêmicos, por exemplo, a formação do solo, ciclo dos nutrientes ou ciclo da água. São os serviços de suporte que unem toda a rede de sistemas criados pelos processos culturais humanos.

Ao apoiar-se em Spirn (1993) e Alcamo *et al* (2003), esta pesquisa afirma que o substrato dos sistemas urbanos é formado pelos elementos que compõem o ecossistema de provisão. São os artefatos humanos inseridos dentro da estrutura

física das cidades, com características como configuração, densidade, conectividade e diferenciação, que se sobrepõem às características naturais.

Entretanto, o ecossistema urbano é dependente da importação de recursos. Dentro da cadeia produtiva, esses recursos são transformados em produtos, consumidos e, posteriormente, tornam-se subprodutos liberados no ecossistema - resíduos termais, materiais e químicos. Higueras (1998) enfatiza que esse modelo de trocas, imposto desde a Revolução Industrial, é baseado em ciclos mais curtos com transporte de materiais e energia prioritariamente vertical e oposto aos ciclos naturais, que funcionam a partir retroalimentação.

Para Spirn (1993) os ecossistemas menos alterados são considerados fechados, ou seja, há equilíbrio entre a importação de energia e matéria e a produção de resíduos que são absorvidos pelo ecossistema. Os sistemas fechados podem ser entendidos como ciclos de retroalimentação. Capra (2014) os descreve abaixo:

[...] um arranjo circular de elementos causalmente conectados, nos quais uma causa inicial se propaga ao longo das conexões do ciclo de modo que cada elemento exerce um efeito sobre o seguinte, até que o último “realimenta” ou “retroalimenta” (“*feeds back*”) o efeito no primeiro elemento do ciclo. (CAPRA, 2014, p. 123)

Já as cidades são classificadas como “[...]um sistema aberto: energia, matéria e informação fluem através dela à medida que os recursos são importados, transformados e consumidos, e depois exportados como resíduos e produtos” (SPIRN, 2014, p. 11). Ainda dentro desse mesmo conceito, há de se considerar que os ecossistemas podem ser flexíveis, mas sua capacidade de suportar alterações e assimilar resíduos dependerá de suas características específicas. Um ecossistema pode ser mais flexível do que outro, portanto a abordagem ecossistêmica dependerá das condições da análise em diversas escalas, considerando as interações entre as partes do todo. Spirn (1993) ilustra bem essa reflexão ao apontar que os conceitos de ecossistemas podem variar quanto a sua aplicação, desde um pequeno sistema, como uma lagoa, até um de maior escala, como uma região urbana. Devem ser consideradas as devidas particularidades para o estudo de cada uma delas, como complementa a autora:

“O ecossistema urbano contém muitos outros sistemas menores: parques, lagos, bosques; alguns podem ser administrados como sistemas mais

"fechados", requerendo poucas entradas de energia e produzindo menos resíduos. [...] mesmo o projeto de um único parque deve ser abordado com uma avaliação não só do sistema menor como do sistema maior do qual faz parte e das quantidades necessárias de energia, água e matéria-prima e da geração de resíduos prevista por projetos alternativos. Os planos de administrar o ecossistema urbano como um todo devem ser feitos com cautela" (SPIRN, 1993, p. 270 e 271)

Ao dizer isso, Spirn evidencia a necessidade de se conhecer as partes e ligações que envolvem um determinado sistema, tanto em escala local, quanto em maior escala. Esse conhecimento tornará, paulatinamente, as consequências das ações mais previsíveis. Portanto, projetar o espaço urbano a partir da compreensão do conceito de ecossistema oferece:

[...] uma estrutura para a percepção dos efeitos das atividades humanas e de suas inter-relações; facilita a avaliação dos custos e benefícios de ações alternativas; abarca todos os organismos urbanos, a estrutura física da cidade e os processos que fluem por ela; e é apropriado ao exame de todos os níveis de vida, de uma lagoa na cidade à megalópole. (SPIRN, 1995, p. 269)

A respeito de todo o conceito que foi abordado e do que foi dito anteriormente sobre a sustentabilidade, Mostafavi (2014) pontua a necessidade de ir além do pensamento quantitativo que o discurso do desenvolvimento sustentável ainda impõe. Para ele é fundamental pensar a arquitetura e o urbanismo a partir da relação qualitativa das coisas, ou seja, é preciso compreender as relações entre as partes para obter melhores resultados nas práticas projetuais. As convenções prevalecentes da prática arquitetônica têm capacidade limitada para responder à crise ecológica. Por isso, o autor propõe a revisão do pensamento que se aplica às disciplinas, a partir da utilização das múltiplas ferramentas e técnicas e por meio de abordagens colaborativas e ecológicas em relação ao aperfeiçoamento das condições urbanas existentes.

### 2.3.3 Abordagens do urbanismo ecológico – interações entre rios e espaço urbano

O meio ambiente natural e a forma da cidade estão constantemente em interação, uma espécie de palimpsesto em que se adicionam camadas, conforme os propósitos da sociedade ao longo do tempo. Spirn (2014) indica que a forma da cidade vista sobre a superfície é uma soma de processos naturais e culturais, justapostos, entrelaçados e sobrepostos, e que essa estrutura da superfície está em constante fluxo.

No entanto, o que há sob essa camada é o que consiste de mais duradouro – solo, morros, montanhas, cursos d’água, lagos, oceanos. São esses elementos que compõem o serviço de suporte e moldam o sítio em que se assentam as cidades, os quais constituirão sua identidade, por exemplo a escarpa da cidade de Salvador, que separa regiões denominadas cidade alta e cidade baixa; o estuário sobre o qual Recife foi fundada com rios caudalosos que interceptam toda a cidade; as dunas que marcam a paisagem da cidade de Natal e a divide em duas porções.

Portanto, os serviços de suporte impuseram condições para a expansão das cidades ao longo de anos. No entanto, o crescimento da malha urbana não se adaptou, em muitos casos, às circunstâncias naturais existentes em cada uma delas. Consequentemente, as atividades humanas interagiram com os processos naturais para criar climas, solos, plantas e comunidades de animais tipicamente urbanos, gerando um ciclo hidrológico também urbano, curto e com momentos de picos de vazão cada vez mais extremos.

Por outro lado, as práticas apoiadas no urbanismo ecológico pressupõem melhores condutas sobre os serviços de provisão, regulação e culturais de modo a viabilizar respostas mais adequadas para a manutenção da vida humana. No campo do desenho urbano (ou arquitetura da paisagem), ele sugere uma aproximação entre a ocupação urbana e os processos naturais, históricos e culturais do local, o que tende a ser mais funcional, econômico e resiliente para o desenho da cidade em si. Spirl (2014) pontua que essa questão é ainda mais importante para a infraestrutura que dá suporte para a urbe, tanto na escala do prédio quanto na macrorregião.

No cenário nacional, a ruptura do espaço urbano com os seus rios está associada à negação dos processos naturais, históricos e culturais do lugar, desdobrando-se no inadequado uso e ocupação do solo. A abordagem do urbanismo ecológico se opõe a essa situação e sugere bases conceituais para uma melhor aproximação da forma urbana com os processos do ciclo da água. Repensar o espaço urbano a partir dos rios envolve fatores diversos e relativos a aspectos qualitativos e quantitativos, além de abranger a análise de impactos (positivos e negativos), que podem ser considerados coletivos e de longo prazo.

Mello (2008) afirma que a análise de impactos ambientais de ocupações urbanas envolve a análise de riscos de danos aos recursos ambientais e às atividades humanas. A autora classifica os riscos em individuais e ambientais coletivos. Riscos individuais são aqueles em que o enfoque predominante “[...]refere-se a danos materiais (vidas humanas e patrimônio), de curto ou médio prazo e restritos ao grupo que ocupa área em situação de riscos ” (MELLO, 2008, p.40). Já os riscos ambientais coletivos são aqueles que afetam principalmente os bens naturais, devido à ocupação de áreas sensíveis. Esses riscos transcendem a área e a população atingidas pelos eventos, envolvem interesses difusos, são mais difíceis de mensurar e estão relacionadas a prazos mais longos. É o caso dos danos aos recursos hídricos.

A reversão dos danos aos recursos hídricos pode ser alcançada através da valoração das margens de rios, córregos e mananciais, que segundo afirmam Otto, McCormick e Leccese (2004), contribui para o incremento da qualidade de vida da população, estimula o senso de comunidade, ajuda na preservação da biodiversidade e dos aspectos culturais do lugar, contribui para o desenvolvimento econômico local e tem grande potencial educativo. Dentre as medidas possíveis, pode-se destacar o uso de medidas compensatórias, que integram edifícios e ordenamento do território ao meio ambiente natural, a fim de promover uma abordagem ecológica na construção do espaço. Conforme aponta Alencar (2016), algumas dessas práticas foram preconizadas por Frederick Law Olmsted, por exemplo a recuperação e criação da área alagável em Boston, projeto Back Bay Fens, o qual consiste em uma rede de áreas verdes que reúne espaço de recreação e sistema de proteção de enchentes com melhoria da qualidade das águas do rio Muddy.

Essa e outras ações que ganharam repercussão no mundo e estão atualmente presentes nas propostas denominados de Low Impact Development – LID (medidas de baixo impacto), nos Estados Unidos da América; Techniques Alternatives (técnicas alternativas), na França; e Water Sensitive Urban Design – WSUD – (desenho urbano sensível as águas), na Austrália. No Brasil, a literatura define o conjunto dessas medidas como técnicas compensatórias ou através dos termos infraestrutura verde e infraestrutura azul. Trata-se de uma abordagem de desenho urbano que traz alternativas às tradicionais técnicas de drenagem pluvial, com intuito de melhorar as condições do ciclo urbano da água, para que as condições de infiltração e evaporação estejam mais presentes, ver Figura 5.

Figura 5 – Esquema da concepção das medidas compensatórias diante dos ciclos naturais e urbanos da água



Fonte: Desenho do autor, adaptado de Hoyer, J. et al. (2011)

Essas medidas podem variar na escala - de um pequeno jardim até um parque urbano, de um riacho urbano até uma bacia hidrográfica que envolva várias cidades, e almejam a partir do planejamento e do desenho urbano alavancar soluções com vias de integração para a gestão local do solo, das águas e dos aspectos sociais e estéticos relativos à água e ao clima (COMIER, PELLEGRINO; 2008; HOYER et al, 2011). Tais medidas são geralmente implementadas em planos de manejo de bacias hidrográficas em áreas urbanas, as quais tem como foco também a adoção de medidas estruturais de maior impacto, como a restauração de rios urbanos. Ela deve atuar nas causas de degradação de seus entornos com viés integrativo e sistêmico, com foco na valorização geral dos aspectos ambientais, sociais, econômicos e estéticos.

Ainda são poucos os projetos de intervenção fluvial com uma abordagem voltada para a restauração dos corpos hídricos no cenário brasileiro. Por outro lado, se reconhece que esses projetos apresentam o anseio por mudanças no paradigma consolidado de conflitos entre cidade e recursos hídricos, por exemplo: os programas Guarapiranga e Billings (ALVIM 2011), o Plano da Bacia do Rio Cabuçu de Baixo (PELLEGRINO et al, 2006) e o projeto Beira-Rio no município de Piracicaba (GORSKI, 2010), localizados no Estado de São Paulo; a revitalização de córregos em Belo Horizonte, por meio do programa Drenurbs (SILVA, 2013); o projeto do Parque Capibaribe na cidade do Recife (ALENCAR, 2016), dentre outros.

No entanto, são crescentes os estudos e a demanda por ferramentas de gestão/projeto que sirvam de suporte técnico-científico para avaliar as condições existentes dos rios urbanos em cidades brasileiras. Essas ferramentas devem servir de instrumentos para a sociedade e para os tomadores de decisão no desenvolvimento e implantação de novos projetos com foco na restauração de rios urbanos. Acredita-se que o uso de indicadores urbano-ambientais seja capaz de atingir esses fins. No entanto, seu uso ainda está em fase de amadurecimento no cenário nacional. Portanto, no próximo capítulo, serão abordados os usos de indicadores com esses objetivos, referências existentes e possíveis desdobramentos.

### **3 O USO DE INDICADORES ENQUANTO FERRAMENTAS PARA AVALIAÇÃO DE RIOS URBANOS**

Indicadores são ferramentas de análise que quantificam, simplificam e condensam informações, de modo que sua significância fique mais aparente. Têm potencial para orientar as tomadas de decisões políticas e de planejamento urbano em diversas escalas e campos do conhecimento.

Este capítulo discorrerá sobre a passagem de uso dessa ferramenta do campo social e econômico para o campo ambiental e, mais recentemente, para a esfera do urbanismo. Por se tratar de uma aplicação mais atual, a literatura nacional a respeito do uso e construção de indicadores urbano-ambientais não é vasta. Ademais, a aplicação dessa ferramenta no campo do planejamento e da gestão de recursos hídricos, no território nacional, tem se concentrado, prioritariamente, no meio acadêmico. Assim, este capítulo apresenta os pressupostos empíricos que contribuem para uma adequada formulação de conjuntos de indicadores, além disso, cria espaço para discussões e refinamento de indicadores urbano-ambientais, a partir da análise de exemplares que tratam da restauração de rios urbanos brasileiros.

#### **3.1 Indicadores urbano-ambientais enquanto ferramentas para planejamento e projeto urbano – aspectos teóricos-metodológicos**

Os indicadores são constituídos por uma ou mais variáveis que, quando associadas de diversas formas, permitem operacionalizar um fenômeno ou uma demanda de interesse programático a partir de um conceito abstrato. O objetivo dessa ferramenta é simplificar informações de fenômenos complexos, qualitativos ou quantitativos, e avaliá-los conforme conceitos e situações complexas (HERCULANO, 2000; SUASSUNA, 2014). A literatura aponta que a estruturação lógica de um indicador deve refletir as múltiplas dimensões que caracterizam esse fenômeno da realidade.

O objetivo de qualquer indicador é descrever o funcionamento do próprio sistema, seja ele social, ambiental ou econômico, tornando evidente a existência de riscos, potencialidades ou caminhos para o desenvolvimento urbano. O uso dessas avaliações contribui para um melhor entendimento das complexas interações entre

cidade-meio ambiente e tem potencial para aumentar a consciência do público e dos gestores urbanos acerca das áreas importantes e necessitadas de políticas e ações com maior enfoque sustentável.

Hammond *et al* (1995) enfatizam que os indicadores promovem informações quantitativas que podem ser utilizadas como sistema métrico para a avaliação de políticas públicas. Para os autores, “os indicadores representam um modelo empírico da realidade, não necessariamente a realidade em si, no entanto, devem ser analiticamente sólidos e ter uma metodologia fixa de mensuração” (HAMMOND *et al*, 1995, p. 9, tradução nossa).

O uso de indicadores teve início do século XX, com foco na avaliação do progresso econômico, quando se disseminou a medição do Produto Interno Bruto mundialmente. Na década de 60 passou a ter um enfoque social. Esse viés tinha, então, o intuito de revelar os padrões de mudanças sociais da época, a fim de aferir os impactos das políticas sociais nas sociedades desenvolvidas e subdesenvolvidas. A popularização do uso de indicadores, principalmente nos Estados Unidos da América, se espalhou pelas organizações mundiais, como a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e a ONU, as quais começaram a desenvolver contabilidades sociais e relatórios, pautadas sobre a lógica do desenvolvimento econômico. (HERCULANO, 2000; WONG, 2006)

Wong (2006) pontua que, após a queda do uso de indicadores sociais nos anos 80, houve uma retomada da aplicação desses no campo ambiental, no início dos anos 90, devido as preocupações ambientais relacionadas as criações de indicadores de sustentabilidade e da qualidade de vida, em diferentes escalas de abrangência. O marco do Relatório de Brundtland, com o advento das políticas ambientais, internacionais e nacionais, e da Agenda 21, apontou para a utilização de indicadores como instrumentos de avaliação fundamentais para o desenvolvimento sustentável. Isso colaborou para destacar os indicadores ambientais e de sustentabilidade, concentrados no campo acadêmico, nas agendas de políticas públicas de diversos países (QUIROGA MARTINEZ, R., 2001). O seu uso na construção de estratégias de ação frente aos desastres naturais, poluição ambiental, qualidade de vida urbana, biodiversidade, recursos hídricos, recursos florestais, degradação do solo e avaliação

de zonas costeiras e oceanos, os tornou ferramenta importante para a compreensão dos riscos e vulnerabilidades ambientais.

Herculano (2000) aponta que a OCDE, o Banco Mundial e a Comissão da ONU para o Desenvolvimento Sustentável (UNCSD) tiveram grande influência para o uso de indicadores no campo ambiental. Segundo o modelo proposto pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (1993), o papel desses indicadores consiste em: avaliar o impacto de ações humanas que causam modificações em condições ambientais existentes (pressão); avaliar o estado físico ou biológico das condições urbano-ambientais (estado), e avaliar as medidas de políticas implantadas como mitigação da degradação e da gestão dos recursos naturais (respostas), conforme observado na Figura 6. Herculano ainda sistematiza os indicadores ambientais em fontes de recurso minerais, energia, alimentos e matérias primas (i.); depósito de rejeitos diversos (ii.); e suporte da vida humana e biodiversidade (iii.), ou seja, serviços de provisão (i.), regulação (ii.) e de suporte (iii.).

Figura 6 – Modelo PER - pressão - estado – respostas



Fonte: Adaptado de SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA E UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA, 2006, P.15)

Wong (2006) avalia que o modelo PER (*pressão-estado-respostas*), proposto pela OCDE, cria uma maneira clara para conceituar o efeito das atividades humanas sobre os recursos naturais, o que conduz a resposta social e política para avaliar as forças que atuam sobre o meio ambiente. No entanto, pontua que para alguns autores

o modelo linear da OCDE simplifica a complexidade da vida real, o que fez surgirem outros modelos que tratam do refinamento entre efeito/impacto considerando forças externas capazes de identificar diferentes fontes de pressão sobre os fenômenos estudados. Em alternância ao modelo PER, conforme detalha a Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia e Universidade Federal Da Bahia (2006), esses outros estudos propõem:

- Força Motriz – Situação – Respostas;
- Força Motriz – Pressão – Situação – Impacto – Resposta;
- Pressão – Estado – Impacto – Resposta;
- Pressão – Estado – Resposta – Efeitos.

Para Wong (2006) não existe uma única metodologia adequada para a construção dos indicadores. O quadro analítico pode ser construído considerando os objetivos políticos da sociedade, as diferentes dimensões dos conceitos envolvidos ou as diferentes categorias que são relevantes para o fenômeno estudado. Embora uma explicação total do fenômeno possa não ser alcançável, a adoção de uma estrutura clara permite identificar erros e omissões na construção dos indicadores. Nesta pesquisa não serão detalhadas as outras iniciativas e assume-se o modelo PER original para a construção dos indicadores, por ser mais pragmático e suficiente para as necessidades a serem abordadas. Além disso, não se presume a construção de indicadores, contudo se estuda os caminhos e diretrizes para tal.

A atuação mais recente da OCDE concentra-se no papel da governança da água, com foco na promoção de melhorias dos problemas relativos à gestão desse recurso. O ciclo de governança da água proposto adota o uso de indicadores para a implementação e monitorização de políticas e estratégias - de curto, médio e longo prazo, voltadas à gestão dos recursos da água, frente aos princípios estabelecidos no 7º Fórum Mundial da Água, em 2015. (ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 2015). Essa atuação conduziu a formulação de indicadores em outros países, como no Brasil, onde a estratégia foi desenvolvida a partir do Observatório de Governança das Águas, apoiado também pelas iniciativas da WWF-Brasil (Fundo Mundial para a Natureza). Essas e outras ações serão discutidas a seguir.

### **3.2 Pressupostos empíricos para a construção do sistema de indicadores**

De acordo com a literatura, os indicadores podem ser classificados em dois grupos: os ambientais e os de sustentabilidade. Os indicadores ambientais expressam e comunicam, de maneira simples e objetiva, as características essenciais e os significados de um fenômeno urbano/ambiental aos tomadores de decisão e à sociedade em geral. Já os indicadores de sustentabilidade tendem a medir as condições de desenvolvimento, pautados em aspectos ambientais, sociais, econômicos e institucionais organizados a partir de indicadores específicos, transversais e sistêmicos, a fim de apontar medidas corretivas ou alternativas para reversão do quadro identificado.

Os indicadores de sustentabilidade têm o objetivo de responder ao progresso com base no desenvolvimento sustentável de forma efetiva e, geralmente, tem maior abrangência e complexidade, trazem uma abordagem em nível nacional, por exemplo, os Indicadores de Desenvolvimento Sustentável, proposto pela Comissão de Desenvolvimento Sustentável da ONU.

De um modo ou de outro, os indicadores devem ser devidamente direcionados para o público alvo, com informações que são importantes para os tomadores de decisão, e precisam refletir os objetivos que a sociedade pretende alcançar. Ademais, os indicadores devem ser pertinentes com as tendências ambientais, precisam ser facilmente entendíveis e podem possuir muitos componentes. Todavia, o índice final de composição, caso exista, deve ser sucinto e devem ser objetivados de acordo com o seu usuário ou público alvo (HAMMOND *et al*, 1995, p. 10).

Wong (2016) pontua que existem diferentes métodos para construção e ponderação dos indicadores. Eles podem ser definidos a partir de uma revisão de literatura acerca do tema, testados quanto sua aplicabilidade e ponderados quanto a sua pertinência sobre o tema. Outra possibilidade consiste em recorrer a análise de especialistas do tema, em uma ou mais consultas, para identificar indicadores prioritários e ponderá-los ou não, consiste na técnica interativa conhecida como “Método Delphi” (SACKMAN, 1974, apud WONG, 2016). Podem também ser avaliados a partir da opinião pública, segunda a autora essa não é umas das práticas mais comuns devido ao tempo e custo envolvidos na criação. Se pondera, no entanto,

que a metodologia aplicada deve ser consistente, pertinente e refletir os interesses de toda sociedade.

Isso posto e diante da complexidade e necessidade de articulação interdisciplinar e transdisciplinar para a construção de indicadores, indica-se que nesta pesquisa serão propostas diretrizes para elaboração de conjunto de indicadores urbano-ambientais, para expressar e comunicar questões envolvidas nos fenômenos de degradação/restauração de rios urbanos. Para tanto, a pesquisa se apoia em indicadores urbano-ambientais e de sustentabilidade existentes para delinear novos caminhos.

A literatura aponta que os indicadores ambientais devem ter abordagem qual-quantitativa, ou seja, devem apresentar dados e um referencial mais subjetivo, porém com critérios que permitam uma avaliação e parâmetros mais objetivos, que serão obtidos através de dados quantitativos. A respeito do enfoque qualitativo, a recomendação de boas práticas da maioria das pesquisas sociais/ambientais é que o levantamento de medidas seja guiado pela teoria que embasa o conceito central da pesquisa. Assim, se evita levantar informações e dados desnecessários que não são traduzidos em ações concretas e que podem ser tendenciosos ou manipulados por atores envolvidos. Segundo Wong (2006), a teoria e a coleta de dados devem ser elaboradas/realizadas em um processo cíclico durante o desenvolvimento dos indicadores. A análise inicial de dados coletados geralmente expõe o pesquisador a inadequadas formulações teóricas, por outro lado, longas análises de dados podem ser um bom caminho para conceitos mais refinados, oferecendo uma descrição apurada da realidade.

O modelo teórico que guiará as diretrizes a serem propostas, corresponde ao urbanismo ecológico, explicitado no capítulo anterior. Por conseguinte, as diretrizes deverão tornar evidente os impactos do espaço urbano (pressão/causa) na qualidade do ambiente fluvial (estado/efeito), com a finalidade de apontar para caminhos possíveis de boas práticas com foco na restauração dos rios urbanos (respostas).

De modo geral, Cerqueira (2008) sintetiza, a partir da literatura específica, que a formulação de indicadores deve ser clara, objetiva e de fácil comunicação; considerar os cenários políticos e financeiros; possuir escala adequada de aplicação;

ter relevância e consistência científica; ser acessível e confiável quanto às fontes dos dados; ter potencial de síntese dos fenômenos complexos; ser sensível as mudanças no tempo; ser preditiva e proativa.

Embora o uso de indicadores deva ser entendido como uma ferramenta de análise e um mecanismo para ações e debates públicos, Wong (2006) afirma que a compilação de dados não garante a eficiência, eficácia e efetividade das políticas públicas. Defende também que nenhum indicador consegue refletir completamente a complexidade da realidade, ou seja, apesar de reduzir as incertezas do fenômeno, ele não as elimina, o que torna necessário o constante aperfeiçoamento do instrumento. Todas essas características demandam articulação entre as diversas áreas de atuação do planejamento urbano, bem como tempo para maturação e refinamento dos critérios a serem avaliados, o que torna a construção de indicadores algo complexo e que não apresenta um encerramento em si mesmo.

### **3.3 Modelos existentes de indicadores urbano ambiental no Brasil**

#### **3.3.1 O uso recente de indicadores urbano ambientais no Brasil**

A Política Nacional de Recursos Hídricos no Brasil (Lei Nº 9.433/1997) não prevê o uso de indicadores de sustentabilidade como instrumentos de política na gestão das águas. No entanto, prevê a articulação dessa política com a gestão ambiental e integração da gestão dos recursos hídricos com o planejamento regional, estadual e nacional, bem como adequação às condicionantes sociais, culturais, ambientais, econômicas e físicas das diversas regiões do país. Por outro lado, a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº6938/81). no Artigo 8º, inciso VII, determina como competência do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), o estabelecimento de “[...]normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos.” (BRASIL, 1981)

Diante dessas questões e tendo em vista o fortalecimento do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) – conjunto de órgãos que concebe e implementa a Política Nacional das Águas - a WWF-Brasil iniciou, em 2005, o desenvolvimento de indicadores de governanças e contribuiu para a criação do Observatório de Governança das Águas. A proposta tem como objetivo o

delineamento de medidas de gestão dos recursos hídricos integrados a outros órgãos, visando fortalecer a atuação da SINGREH. O conjunto de indicadores propostos enfatizam: os parâmetros legais/institucionais; a capacidade operacional dos órgãos envolvidos na gestão dos recursos hídricos; a relação do estado com a sociedade; e avaliação dos métodos para definir os instrumentos necessários à gestão. O objetivo maior desse conjunto é sinalizar lacunas e necessidades de ajustes na governança do SINGREH.

Embora essas medidas, consideradas urgentes, lidem com os aspectos da governança dos recursos hídricos, intervenções em corpos hídricos são constantes no cenário urbano nacional. Muitas delas ainda são embasadas na visão sanitária, com objetivos de drenar áreas, criar terrenos com potencial construtivo, afastar o esgoto dessas regiões, criar vias para tráfego de veículos – questões tratadas no capítulo anterior como anacrônicas às contemporâneas demandadas urban-ambientais. Essas intervenções apontam para a necessidade de implementar medidas de avaliação e proposição capazes de estimular o desenvolvimento de propostas que tratem o espaço urbano de modo mais sensível às águas.

Em breve revisão sobre o estado da arte do uso e proposição de indicadores para corpos hídricos, Cerqueira (2008) indica que, no cenário brasileiro, a maioria das propostas ocorre no âmbito da escala nacional. No entanto, ressalta que é necessário um enfoque maior na escala urbano/local:

“[...] as iniciativas a nível municipais, intra-municipal e urbano ainda são raras, apesar do recente esforço de estudiosos, agências nacionais e internacionais em propor sistemas de indicadores urbanos; as iniciativas existentes, não estão completamente consolidadas e amplamente divulgadas” (CERQUEIRA, E. C., 2008, p.52).

### 3.3.2 Modelos brasileiros de indicadores de avaliação das condições de rios urbanos

Nos últimos anos, uma série de indicadores e índices urbano-ambientais pautados na sustentabilidade foi desenvolvida em diversos países. Contudo, no cenário nacional, ainda são poucos os indicadores voltados à avaliação de recursos hídricos em meios urbanos, principalmente aqueles que alicerçam a elaboração de projetos com foco na restauração e conservação de corpos d’água. Afinal, a política de planejamento urbano no Brasil ainda é marcada por uma visão higienista.

A partir da pesquisa sobre a temática, foram identificados recentes indicadores desenvolvidos no cenário nacional, com enfoque no nível municipal. Esses estão pautados na avaliação da pressão urbana sobre o estado dos ecossistemas fluviais, com foco em identificar possíveis impactos e gerar insumos para um melhor planejamento urbano, tanto no âmbito das medidas de intervenção quanto no de gestão dos recursos hídricos.

A tabela 2 apresenta os sistemas de indicadores que serão abordados mais adiante. Foram desconsiderados os indicadores propostos pela OGA e pela WWF-Brasil, por terem maior enfoque na governança e gestão dos recursos hídricos.

Tabela 2 – Sistemas de Indicadores existentes seleccionados e avaliados.

<b>Metodologia</b>	<b>Objetivo Principal</b>	<b>Referência</b>
<b>Sistema A</b> – Inventário de Avaliação visual das condições de rios tropicais urbanos.	Análise das condições ambientais e das transformações na paisagem ao longo de rios e bacias hidrográficas urbanas	SCHLEE, M. B <i>et al</i> , 2007
<b>Sistema B</b> – Indicadores de Sustentabilidade Ambiental para o Ambiente Urbano	Análise da sustentabilidade ambiental para o ambiente urbano.	SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA, UFBA, 2006
<b>Sistema C</b> – Sistema de Indicadores de Sustentabilidade para Rios Urbanos	Análise qualitativa e quantitativa das funções de rios superficiais em meio urbano	CERQUEIRA, E. C., 2008
<b>Sistema D</b> – Análise de Alternativas de intervenção em Cursos d’água Urbano	Avaliação de diferentes alternativas de intervenção para auxiliar a tomada de decisão	CARDOSO, A. S., 2012
<b>Sistema E</b> – Protocolo de Avaliação de Ambientes Fluviais	Avaliação das condições ambientais e urbanas de alterações e degradação dos ambientes fluviais	DAMASCO, F.S., 2016

Fonte: Elaboração do autor com estrutura de análise adaptada de Cardoso (2017)

Essas ferramentas foram desenvolvidas em meios acadêmicos, através de pesquisas de dissertação, teses ou elaboradas em parceria com órgãos governamentais. Cada qual apresenta avanços metodológicos para: identificação dos indicadores; a aplicação de protocolos e sistema de avaliação das informações coletadas; e integração entre aspectos ambientais e urbanos dentro dos seus respectivos recortes temáticos.

Pretende-se com esta análise, sustentar a necessidade de aprofundamento sobre os critérios da ocupação urbana e o impacto destes sobre os ambientes fluviais.

Destarte, esse exame foi embasado no discurso teórico conceitual apresentado no capítulo dois e buscou, também, identificar insumos que contribuirão para a identificação dos conjuntos de variáveis chamados, mais adiante, de facetas do problema. Estas servirão de base estrutural da pesquisa empírica.

Toma-se como referência o processo de análise elaborado por Cardoso (2017), feito entre metodologias prescritivas de restauração fluvial que possuem como princípio os fundamentos do urbanismo ecológico, assim como, a teoria dos sistemas. Nesta abordagem, o pesquisador elenca uma série de metodologias prescritivas, apoiadas em análises multicritérios, as quais tratam da avaliação físico-espacial de possíveis alternativas de intervenções em cursos d'água. As medidas de baixo impacto ou técnicas compensatórias compõem o conjunto dessas metodologias prescritivas.

Cardoso (2017) sugere a identificação dos objetivos de cada uma das metodologias de análise multicritério, considerando os seguintes aspectos: relação entre a dinâmica ambiental e urbana no atendimento à racionalidade própria do meio urbano; atendimento às especificidades do contexto espacial pré-existente; relações das propostas com o urbanismo contemporâneo que envolva preocupação ecológico-ambiental e, a valorização da água como elemento morfológico e paisagístico na constituição do espaço urbano. Esse último tópico pretende observar como o projeto prevê o resgate de relações entre cidade, rio e pessoas. A partir do estudo das metodologias de análise multicritério, que tratam das questões citadas anteriormente, o pesquisador elenca variáveis e indicadores apresentados de forma explícita ou implícita por cada uma delas.

Alguns desses critérios foram adaptados ao enfoque desta pesquisa, que trata de modelos de avaliação das condições urbanas existentes, para avaliar a implantação de medidas que permitam a recuperação de rios urbanos. Assim, variáveis e indicadores correspondentes a prescrições projetuais foram desconsideradas ou substituídos por critérios que avaliem as condições atuais. Vale ressaltar que o “Inventário de Avaliação visual das condições de rios tropicais urbanos” e “Análise de alternativas de intervenção em cursos d’água urbano” são sistemas comuns entre esta pesquisa e a desenvolvida por Cardoso (2017).

Tabela 3 – Descrição das variáveis reconhecidas pelos sistemas de indicadores analisados.

Variáveis	Indicadores	SISTEMA A	SISTEMA B	SISTEMA C	SISTEMA D	SISTEMA E
Morfologia do curso d'água	Largura/ forma / sinuosidade/ número de ordem	•	•	•	•	•
	Estrutura do leito e margens do rio (poços, soleiras, barrancas)	•		•	•	•
	Tipo/concentração e qualidade dos sedimentos do leito	•	•	•	•	•
	Tratamento do canal (natural, aberto, fechado)	•	•	•	•	•
Morfologia da Bacia hidrográfica	Forma/ área de captação		•	•	•	•
	Inundação/ alteração vazão a jusante	•	•	•	•	•
	Erosão/ sedimentação/ assoreamento	•	•	•	•	•
	Vazão do período de cheia/ estiagem	•	•	•	•	•
Impacto qualidade e quantidade das águas	Impacto nas águas superficiais (aspectos da qualidade da água)	•	•	•	•	•
	Impacto nas águas subterrâneas (aspectos da qualidade da água)	•	•			
	Recarga do aquífero	•	•	•	•	•
	Abastecimento/Economia no consumo de água	•	•			
Inserção ambiental do rio no tecido urbano	Diversidade de espécies e habitats/ existência da fauna fluvial	•	•	•	•	•
	Quadro cênico/ curso d'água como elemento do tecido urbano		•	•		
	Preservação e composição da zona ripária	•	•	•	•	•
	Alterações do microclima			•		
Aspectos financeiros	Investimentos em obras de macrodrenagem/drenagem urbana/esgotamento sanitário			•		
	Investimentos em obras de recuperação das águas e mata ciliar		•			
	Investimento em obras de pavimentação/ mobilidade		•			
Impactos sanitários	Incidência de doenças de veiculação hídrica/ proliferação de bactérias e insetos	•	•	•		
	Coleta dos resíduos sólidos/ Despejo dos resíduos sólidos no curso d'água	•	•	•	•	•
	Processo de eutrofização	•	•	•	•	•
Qualidade do espaço urbano nas proximidades do rio e na bacia hidrográfica	Uso do solo (habitação, comércio, serviço, indústria, equipamentos públicos)	•	•	•	•	•
	Perfil social da ocupação urbana	•	•	•	•	•
	Uso recreativo, cultural e turístico (equipamentos/ eventos culturais e esportivos/ patrimônios/ religiosos)	•	•	•		
	Forma do espaço construído do entorno (altura/idade edifícios/ distância do rio/ formas dos lotes)	•	•	•		
	Qualidade do espaço construído das áreas livres públicas (conservação/ salubridade/ permeabilidade)	•	•			
	Densidade urbana (construtiva e populacional)	•	•	•	•	•
	Proximidade de contato visual e física com o curso d'água		•	•		
	Utilidade pública (relação entre áreas públicas e privadas)			•		
Aspectos emocionais e sensoriais	Acessibilidade longitudinal e transversal (rio para a cidade, cidade para o rio, travessias)	•		•		
	Sons, odores (coerência e harmonia)	•	•	•		
	Percepção pública e estética do rio e da paisagem/ identidade		•	•		
	Percepção de risco causado pelo padrão físico urbano e dos rios e pelo uso do rio (existência de projetos de educação ambiental)	•	•			

Fonte: Elaboração do autor com estrutura de análise adaptada de CARDOSO, 2017.

Todos os inventários pesquisados apresentam maior enfoque nas questões que tratam da morfologia do curso d'água e da bacia hidrográfica, bem como nos

impactos na qualidade e na quantidade das águas. Nem todos indicadores da inserção ambiental do rio no tecido urbano são tratados pelos sistemas citados, assim como somente os indicadores desenvolvidos pela Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia, em parceria com a UFBA, apresentam critérios para avaliação de aspectos financeiros.

Diante das variáveis *qualidade do espaço urbano nas proximidades do rio e na bacia hidrográfica e dos aspectos emocionais e sensoriais*, nem todos os indicadores são tratados por todas as pesquisas apresentadas. As propostas desenvolvidas pelos sistemas B e C se propõem a investigar um número maior de critérios do espaço urbano. Vale ressaltar que o primeiro é referência para o segundo sistema. Sendo assim, Cerqueira (2008) propõe a investigação de parâmetros que não foram previstos no sistema B.

Os principais aspectos da qualidade do espaço urbano considerados por todos os sistemas são: tipos de uso do solo, perfil social da ocupação urbana e densidade urbana. Esta última é analisada pelo percentual de área impermeável e permeável, ou pela densidade construtiva de uma determinada região. O perfil social da ocupação urbana possui maior foco em assentamentos informais e subnormais, em dois dos quatro sistemas que tratam do assunto.

Reconhece-se que os padrões da ocupação urbana são avaliados com critérios muito específicos da função do espaço, salvo no trabalho desenvolvido pela Superintendência e UFBA. Além desses critérios da função urbana, outros elementos que compõem a morfologia urbana, por exemplo, a forma e as relações sintáticas, podem ajudar a identificar situações que colaboraram para aumentar as tensões urban-ambientais. Sabe-se que esses critérios são, muitas vezes, influenciados e sobrepostos por questões políticas e culturais, porém imprescindíveis para a definição de novos paradigmas urbanos que colaborem para ultrapassar a visão higienista ainda vigente. Esses pontos serão mais discutidos nos próximos capítulos.

## **4 CAMINHOS PARA A IDENTIFICAÇÃO DE INDICADORES DOS IMPACTOS URBANOS SOBRE OS CURSOS D'ÁGUA**

Neste capítulo serão traçados os caminhos metodológicos para o levantamento dos dados empíricos. A Teoria das Facetas serviu de alicerce metodológico desta pesquisa de caráter exploratório, a qual tem como objetivo o aprimoramento de ideias a respeito das formas de ocupação urbana com o intuito evidenciar diretrizes que proporcionem a recuperação de corpos hídricos.

A proposta da pesquisa não é abordar um estudo de caso específico, mas entender de modo geral as relações formais, espaciais e funcionais na composição da ocupação urbana e como essas relações impactam a qualidade do ambiente fluvial. Trata-se, portanto, de uma primeira etapa do processo de elaboração de indicadores urbanos: a definição das diretrizes para a construção dos mesmos. A pesquisa empírica consistiu na aplicação de questionário a especialistas de diversos campos do conhecimento que atuam com recursos hídricos no meio urbano. Os dados obtidos foram analisados, com base na Teoria das Faceta (TF), através de modelo estatístico de Análise de Estruturas de Similaridades, os quais serão explicados aqui.

### **4.1 A Teoria das Facetas**

A Teoria das Facetas foi desenvolvida por Louis Guttman, nos anos 1950 e aplicadas inicialmente no campo das ciências sociais. Atualmente, devido aos avanços dos softwares de modelos estatísticos, a teoria ganhou maior difusão e aplicações em outros campos do conhecimento relacionados ao comportamento envolvendo a avaliação do lugar. Monteiro e Loureiro (1994) definem que a aplicação da TF no campo da avaliação ambiental tem demonstrado grande validade, por possibilitar clara descrição dos múltiplos componentes dos ambientes físicos e a forma como são vivenciados pelos usuários.

Segundo Monteiro e Loureiro (1994), a TF visa controlar a correspondência entre os níveis teóricos e empíricos de uma pesquisa, concluindo que um bom modelo teórico deve se refletir na estrutura dos dados empíricos. Ela permite verificar se a estrutura teórica construída pode ser encontrada nos dados empíricos graficamente representados. Vale ressaltar que a TF não representa uma teoria exploratória em si.

Contudo, é considerada uma metateoria, ou seja, uma teoria sobre como formular e testar empiricamente as hipóteses.

Conforme Monteiro (1989) e Bilsky (2003), o procedimento de pesquisa que utiliza a TF é baseado em três diferentes etapas que devem ser tratadas simultaneamente: o delineamento da pesquisa, a análise e a metateoria. A primeira trata da coleta sistemática de dados, no qual serão identificadas as facetas que devem representar uma categoria conceitual, sendo cada uma delas constituídas por subcategorias de elementos a serem pesquisados. Logo em seguida, é criada a sentença mapeadora que articula, em uma hipótese, as relações entre todas as facetas entre si. Essa estrutura dá a base para a elaboração de um instrumento de pesquisa ordinário, como um questionário. Esse, por sua vez, é formado através da combinação simples das variáveis de cada faceta, gerando elementos estruturadores (*structuples*).

A segunda etapa equivale à análise dos dados coletados. A literatura aponta que existe uma variedade de métodos para analisar os dados, os quais se destacam por serem de poucas restrições estatísticas, permitindo a avaliação simultânea de grande quantidade de variáveis. O modelo matemático mais utilizado é a Análise de Estrutura de Similaridade (Smallest Structure Analysis, SSA), corresponde a uma forma de análise de Escalonamentos Multidimensionais (Multidimensional Scaling – MDS) que busca sistematizar os elementos e evidenciar estruturas ocultas dos dados, a partir de procedimentos matemáticos auxiliados por computador. A SSA será explicada mais detalhadamente ainda neste capítulo.

A terceira etapa estabelece a conexão entre as anteriores e, segundo Monteiro (1989), consiste em definir uma análise crítica do desenho da investigação, o registro dos dados e a análise estatística. Isto posto, nesta etapa serão avaliadas as suposições teóricas, ou seja, as hipóteses elaboradas na sentença mapeadora, a partir dos dados obtidos de tal forma que se torna possível comprovar empiricamente a sua validade.

#### **4.2 Identificação das facetas e a sentença mapeadora**

A seguir, será abordado o procedimento para identificação das facetas, núcleo do enfoque metateórico, seguido pela construção da sentença mapeadora. Logo em

seguida, serão explicados os demais procedimentos aplicados ao conteúdo desta pesquisa.

Monteiro (1989) pontua que as facetas definem o *quem?*, o *quê?* e *quanto?* do que será investigado. A faceta é formada por um conjunto de variáveis, e deve corresponder a um determinado aspecto temático em questão, por completo e inequivocamente. Representam, portanto, elementos conceituais e não coincidentes do universo de interesse. Bilsky (2003) define que existem três tipos básicos de facetas: a população dos sujeitos na respectiva pesquisa, definidos pela letra P; o segundo refere-se ao tema a ser estudado, o conteúdo em si, representados pela letra C; o terceiro tipo trata das respostas (R), ou universo de reações, onde serão avaliados os itens das facetas anteriores, geralmente representada por uma escala de valoração. As facetas de população e de conteúdo determinam o campo de interesse da pesquisa.

Normalmente, para se expressar o assunto da pesquisa, dentro da TF, são necessárias várias facetas, tanto de P como de C, e quando necessário também de R. O desenho e delineamento das facetas, como afirma Muñoz (2018), definem o tipo da pesquisa enquanto descritivo ou experimental. Por exemplo, numa pesquisa experimental são mais comuns e interessam mais as facetas do tipo C, já nas descritivas as facetas do tipo P. No campo da avaliação ambiental, considerando as pesquisas experimentais a partir da experiência do indivíduo, Monteiro e Loureiro (1994) afirmam que existem três tipos de facetas de conteúdo: o *referente* que são os diferentes aspectos pelos quais se baseia a avaliação; o *foco*, que se refere a elementos de cunho geral, central, específicos ou periféricos; e o *nível*, que se refere à escala de avaliação. Contudo, o objetivo desta pesquisa não consiste em avaliar o comportamento humano em um determinado ambiente, mas sim, entender a relação de causa e efeito entre facetas de conteúdo. Portanto, será adicionada uma quarta faceta que corresponde ao *domínio*, que trata do elemento que está sujeito à ação do *referente*.

Deverá ser através da sentença mapeadora que todas as facetas de conteúdo e respostas deverão estar correlacionadas entre si, utilizando-se conectores textuais. A leitura deverá ser realizada da esquerda para a direita, escolhendo um elemento de cada faceta por vez. Assim, é possível criar quantas orações forem possíveis, por intermédio da combinação das variáveis de cada faceta. Abaixo, segue um exemplo de sentença mapeadora definida por Monteiro (1989), em que é possível observar várias facetas do tipo C, que apresentam o conteúdo a ser investigado. No caso das respostas, a autora

sugere uma escala Likert de sete pontos. A partir dessa, é possível formar combinações, que são os elementos estruturadores (*structuples*), as quais servirão como estrutura para as perguntas do questionário (ver Figura 7).

Figura 7 – Exemplo de Sentença Mapeadora com base na Teoria das Facetas.

	A - FOCO	B- NÍVEL DA EXPERIÊNCIA
Em que medida você está satisfeito em	1-geral      com sua 2- particular	1-casa 2- bairro
C - REFERENCIAL DE EXPERIÊNCIA	D - OBJETIVOS	
em relação a	1-dimensão 2- localização 3-serviços	visando 1-morar 2-consumir 3-trabalho 4-socializar
RACIONAL COMUM = SATISFAÇÃO		
1-não, definitivamente não		
a		
7- sim, muito mesmo		

Fonte: Adaptado de Monteiro (1989)

A combinação A2B1C1D1 (*structuple*) deverá ser uma questão de cunho específico (A2) que possua relação com a casa (B1), faça referência à dimensão (C1) e vise o objetivo de morar (D1). A autora traduz a questão em uma linguagem textual da seguinte forma: *sua casa tem quartos suficientes para a família?* O racional comum, ou respostas possíveis, está determinada com base no nível de satisfação com o lugar.

#### 4.3 Estruturando a investigação

Após explicação do conceito e da metodologia da Teoria das Facetas, serão apresentadas as facetas e sentença mapeadora que delineiam esta pesquisa. O foco aqui recai sobre a identificação de diretrizes para a construção de indicadores que avaliem as condições de recuperação de rios urbanos. Portanto, se faz necessário identificar quais tipos e aspectos da ocupação urbana influenciam positivamente ou negativamente a qualidade do ambiente fluvial.

A partir do foco da pesquisa, definiram-se três tipos de facetas: a faceta de população (P), representada pelos especialistas; as facetas de conteúdo (C) que

abordam sobre a ocupação urbana, o modo da ocupação, o ambiente fluvial e o nível de abrangência; e a faceta de respostas, a razão comum (R), representada por uma escala Likert de 7 pontos (ver **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

#### 4.3.1 A razão comum

A primeira faceta a ser determinada corresponde ao conjunto de respostas possíveis e aceitáveis produzidas pelas facetas de conteúdo. Ela deve ser o denominador comum para a combinação das demais facetas, pois oferecerá os resultados para as perguntas que possam surgir. Para definição da razão comum podem ser utilizadas diversas categorias de respostas, em função do tipo de resposta que se está buscando, utilizando-se muitas vezes as escalas de valoração, por exemplo a escala Likert.

A literatura aponta que os impactos urbanos-ambientais possuem diversas características: caráter, magnitude, importância, duração, temporalidade, ordem, reversibilidade, cumulatividade, escala e sinergia. Nesta pesquisa serão avaliados os impactos urbanos sobre a qualidade do ambiente fluvial, classificando-os a partir do seu caráter positivo ou negativo, que determina o grau de importância do impacto em muito significativo, moderado, pouco e não significativo. Logo, têm-se uma escala Likert de 7 pontos: *muito positivo, positivo, pouco positivo, sem impacto, pouco negativo, negativo e muito negativo*. As demais classificações de impacto demandam estudos específicos que não serão possíveis de serem avaliados nessa metodologia. A escolha da escala com sete intervalos, ao invés de cinco, visa apreender com maior sensibilidade as nuances entre os graus de impacto.

#### 4.3.2 Faceta População: os especialistas

A faceta de população corresponde ao grupo de indivíduos que avaliará as condições de impacto e, dito isto, esta faceta não integrará a sentença mapeadora. Os dados obtidos sobre o perfil dos especialistas comporão as denominadas variáveis externas, que tratam do gênero, idade, titulação alcançada, área de formação, tempo de graduação, local de trabalho e região na qual atuam no país.

A pesquisa foca na aplicação do questionário somente com grupo de especialistas, devido à sua complexidade e quantidade de questões propostas no

questionário. Entende-se que a visão da população a respeito de impactos causados pelas condições urbanas sobre o ambiente fluvial é algo interessante e apresentaria um contraponto na pesquisa. No entanto, requer uma composição de questões direcionadas para este público, não sendo este o foco desta investigação.

Optou-se, também, por não estabelecer uma seleção prévia das áreas de atuação e formação dos especialistas. Isso pois considera-se importante a diversidade de áreas de formação e atuação, principalmente, por se tratar de um problema de ordem sistêmica, tanto para a abrangência das águas quanto para a dimensão urbana. Além disso, a definição de um perfil de especialista tornaria a pesquisa tendenciosa para determinadas questões.

Isso posto, a seleção dos entrevistados foi feita a partir da participação em eventos, congressos e simpósios relativos à água em meio urbano, bem como publicações recentes relativas ao assunto. Foram também selecionados profissionais integrantes de organizações, grupos universitários de pesquisa e observatórios de estudos voltados às águas, bem como profissionais que tiveram alguma atuação com projetos de intervenção urbana, com ênfase no manejo das águas pluviais e fluviais. A extensão de seleção se deu por todo o território nacional, por meio de buscas online, com um total final de 160 especialistas.

#### 4.3.3 Faceta referente: Ocupação Urbana

Esta faceta trata do universo de elementos referente a morfologia urbana. A morfologia presume uma organização e estruturação dos elementos a serem apreendidos através da relação objeto-observador. Os elementos devem se relacionar tanto com a escala de análise quanto com a concepção do espaço, o que significa estabelecer os elementos mínimos da ocupação urbana que serão estudados.

As variáveis aqui apresentadas foram identificadas como elementos de destaque na composição da urbe e como agentes de modificação do ambiente fluvial. Sabe-se que esses elementos estão condicionados a diversos fatores políticos, econômicos, culturais e temporais. Contudo, o objetivo desta pesquisa é identificar os padrões e estruturas morfológicas da urbe que apresentam maiores impactos nos sistemas fluviais. Esses padrões serão estruturados em formas de variáveis que compõem a faceta ocupação urbana.

Enquanto a morfologia urbana é considerada como estrutura espacial da cidade, Rossi define que os aspectos socioeconômicos são sistemas geradores do espaço urbano: “(...)um bairro é proposto como unidade morfológica e estrutural; está caracterizada por uma determinada paisagem urbana, por certo conteúdo social e por uma função própria” (ROSSI, 1977, p. 133). Lamas afirma Rossi ao dizer que a forma é a estrutura física e funcional da cidade, resultante da interação entre fatores sociais, políticos e econômicos.

Os fatores sociais, políticos e econômicos são complexos e interdependentes para a produção do espaço, principalmente no que tange às decisões relacionadas ao manejo de cursos d’água (conforme visto no capítulo 2). Portanto, requerem estudos específicos dos próprios campos de domínio, com cruzamento de estudos do campo da arquitetura e urbanismo. Entretanto, de acordo com Lamas (2004), a organização funcional está relacionada com as atividades humanas e com o uso do espaço, e resulta da interação entre os três fatores anteriores.

Dessa maneira, a *função* da ocupação urbana deverá considerar, também, os aspectos socioeconômicos, o que poderá resultar em mais de uma pergunta para a mesma combinação de variáveis. Entendem-se as seguintes classificações como tipo de uso do solo que organizam a função urbana: residencial; comercial e industrial; misto; e social e lazer, sendo esse relacionado aos espaços públicos como praças, jardins e parques urbanos. Enquanto renda, serão considerados classe alta, média e baixa, sendo essa variável relacionada a atributos dos usos residenciais e mistos, ou seja, residencial de baixa renda ou favela, residencial de classe alta e média, dentre outros.

A praça será considerada como elemento integrante da função urbana, ou seja, quando for considerado o uso público e social, o espaço urbano deverá ser entendido enquanto praça ou parque urbano, pois é possível analisar, a partir disso, parâmetros relativos à manutenção das áreas verdes, da relação do espaço e das pessoas com o recurso hídrico, da manutenção da fauna, dentre outros.

Conforme a literatura, a morfologia compreende, também, o estudo das características físicas: o lote, o logradouro, a rua, a praça, a quadra, tipologias edilícias (o edifício e a fachada), o mobiliário, o monumento e a vegetação. É importante

evidenciar a diferença entre o estudo morfológico e da tipologia edilícia, Aragão (2006, p. 32) aponta que, apesar de serem válidos para o estudo da paisagem e da forma urbana, a diferença existente entre os dois reside no método. Enquanto os estudos morfológicos se atêm a uma malha urbana ou trecho da mesma e analisam todos os elementos que a compõem, articulando-os entre si e ao conjunto, a tipologia define um elemento morfológico e investiga as suas variações, hierarquias, contexto com a forma urbana e aspectos sócio culturais de quando foi produzido o elemento. A partir disso, para o desenvolvimento dessa pesquisa, se utilizará do método morfológico, pois busca-se aqui compreender como os elementos que definem o espaço se relacionam para causar impactos nos rios urbanos.

Dito isto, reconhece-se que a *forma* é uma variável importante no estudo da ocupação urbana. Sendo assim, é necessário definir a escala de estudo adequada aos corpos hídricos. Portanto, considera-se que os aspectos relativos ao lote, a rua e a quadra influenciam o ambiente fluvial e são importantes dentro do contexto da forma urbana. Serão excluídos elementos como mobiliário, monumentos e vegetação.

Como esses elementos dependem da relação com o sítio em que são implantados, na faceta *forma* serão consideradas as características geométricas do sítio ou tecido urbano, por exemplo: uma rua pode ter um traçado regular ou irregular, ser espontânea ou formal, possuir alta ou baixa densidade; uma quadra ou um bairro podem estar em terreno acidentado ou plano, localizado no cume ou vale de um terreno em relevo, dentre outros. A determinação desses fatores dependerá da associação com as outras facetas, também será possível mais de uma possibilidade de formulação de elementos estruturantes considerando a mesma faceta.

Por fim, outra característica relevante da ocupação urbana corresponde às estruturas espaciais que qualificam a vida urbana e seus padrões sociais. Segundo Lamas (2004), a morfologia pode ser analisada a partir de aspectos quantitativos, qualitativos, da organização funcional e dos elementos figurativos do espaço. Portanto, estes três últimos aspectos serão considerados como elementos que compõem o conceito de urbanidade, empregado por Mello (2008) para o estudo das relações entre pessoas e os espaços beira-d'água. A autora considera a urbanidade como a promoção da interação harmônica entre os cidadãos no espaço coletivo, no caso, os corpos d'água.

Em estudos da sintaxe espacial, Mello (2008) afirma que os espaços urbanos são compostos por características sintáticas, que tratam da configuração, e características semânticas, que atribuem significados e valores simbólicos. Quando juntas contribuem para constituir padrões de interação social. Portanto, as configurações sintáticas que favorecem integração dos corpos hídricos com o meio urbano, consequentemente, favorecem a valorização dos cursos d'água na cidade e serão avaliados a partir da variável espaço.

Essa variável é constituída pelos seguintes parâmetros: acessibilidade física e visual do rio e das suas margens; constitutividade, que corresponde as transições espaciais entre edifícios e espaço ao redor dele; continuidade ou descontinuidade do espaço urbano ou do curso d'água; localização do rio em relação às regiões da cidade, se é centralizado ou isolado. Não se pretende avaliar o grau de urbanidade do espaço beira d'água, mas entender de que maneira esse aspecto são vistos como impactantes para qualidade do ambiente fluvial.

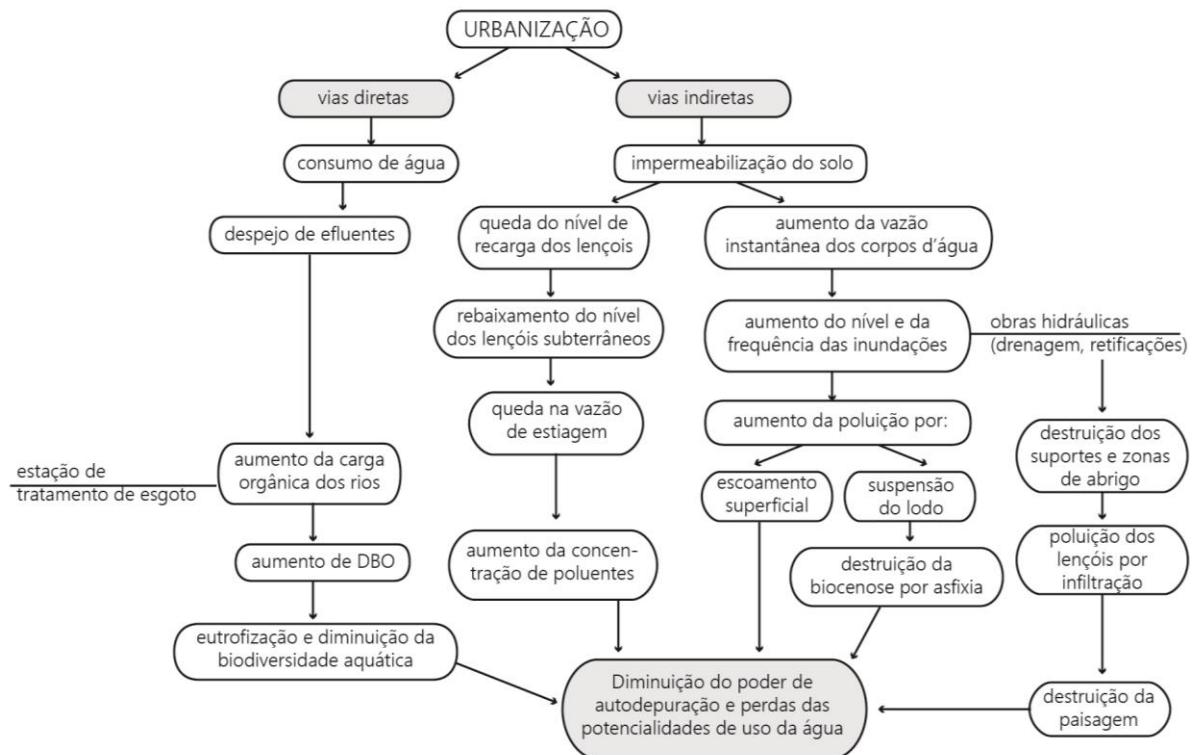
#### 4.3.4 Facetas Foco: Modo ou intensidade da permeabilidade e carga de poluentes

A faceta *foco* é aquela que deve ser estruturada na sentença mapeadora como a que exerce influência na faceta posterior. Compreende-se que numa ocupação urbana alguns fatores podem exercer maior influência do que outros. No entanto, a infraestrutura do local define o *modo* como a ocupação urbana impacta a qualidade do ambiente fluvial.

Conforme visto na revisão da literatura e conforme aponta a Figura 8, os impactos da contaminação das bacias hidrográficas ocorrem por vias diretas e indiretas. Gorski (2010) sintetiza que as vias diretas condizem aos despejos de efluentes domésticos, agroindustrial e industrial, em consequência do consumo, que não possui um ciclo fechado de reaproveitamento da água. As vias indiretas são representadas pelas remoções de vegetação ripária, construções mal planejadas de usinas hidroelétricas, uso e ocupação mal planejado do solo e a poluição difusa, gerado por deflúvios contaminados provenientes de áreas urbanas e áreas de agricultura. Quando se analisa essas considerações, tomando como base somente o ambiente urbano, pode-se afirmar que as vias diretas estão relacionadas à

*intensidade da carga de poluentes* lançados nos cursos d'água, enquanto as vias indiretas se relacionam à *intensidade de permeabilidade* do solo.

Figura 8 – Efeitos negativos da urbanização no curso d'água



Fonte 1: Adaptado de VARGAS (1999)

Desse modo, entende-se que a qualidade da infraestrutura é importante para alcançar condições ideais para restauração de cursos d'água. Ela será composta, nessa pesquisa, pelas redes de esgotamento sanitário e drenagem pluvial, assim como pelas características do sistema viário, das calçadas, ciclovias, taxa de ocupação do lote, presença de recuos e áreas de jardins.

Tal consideração pode, a priori, parecer simplificar demais a questão. No entanto, tratando-se de sistematizar o problema para a construção da sentença mapeadora, a identificação de variáveis chaves relativas a intensidade poderão modular os elementos morfológicos e o impacto causado sobre o ambiente fluvial. Por exemplo, entende-se que, com o aumento da impermeabilização há a redução da cobertura vegetal e, assim, deve-se considerar que a remoção dessa é uma variável

pertencente a faceta *modo* que, por sua vez, tem impactos nas margens, no habitat ou nas águas de um curso fluvial.

#### 4.3.5 Faceta Domínio: Ambiente Fluvial

Decorre do domínio a identificação dos elementos que compõem o ecossistema fluvial e que podem ser considerados como variáveis da faceta *ambiente fluvial*. Conforme aponta Cardoso (2012) o arranjo morfológico e funcionamento de cursos d'água se dão em função da sua localização na bacia, assim como as alterações observadas na mesma ao longo de anos, considerando as condições de ocupação e uso do solo. Esses dependem também da combinação de outros fatores, como o clima, geologia, topografia, cobertura vegetal, pedologia, hidrologia e outros. Em outras palavras, a dinâmica dos cursos d'água dependem de estudos variados e mais complexos, que busquem entender seu estado anterior e atual, bem como as condições de equilíbrio.

Considera-se como primeira variável o elemento principal de qualquer corpo hídrico, *a água*. A análise da qualidade dessa variável depende de uma série de características físicas e químicas, que apontarão para sua estabilidade ou não. Toma-se como referência o Índice de Qualidade das Águas (IQA), comumente utilizado nos indicadores e testes de avaliação de águas doces. Esse tem como parâmetros o nível de oxigênio dissolvido, a presença e quantidade de coliformes termotolerantes, o potencial hidrogeniônico (pH), a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5</sub>, 20), a temperatura da água, o nitrogênio total, o fósforo total, a turbidez e o resíduo total. Todos esses parâmetros requerem atividades laboratoriais e medições frequentes dos valores, a fim de identificar pontos de poluição e regularidade dos índices de acordo com os estabelecidos pelo padrão do CONAMA.

Nesta pesquisa, tais parâmetros serão utilizados como condicionantes da qualidade das águas para as sentenças, em função da relação da ocupação urbana, condicionada por aspectos da infraestrutura. Assim, nas questões essas condicionantes podem ser interpretadas como a temperatura, a alteração de cor, o cheiro e o aumento da poluição em decorrência da presença de tubulações e carreamento dos sedimentos para o curso d'água.

No que diz respeito à estrutura física do corpo hídrico, utiliza-se como variável a *margem*. Essa variável corresponde, segundo Cardoso (2012), ao leito vazante onde ocorrem as vazões de estiagem; ao leito menor, leito principal onde ocorre a vazão dominante; e o leito maior ocupado, periodicamente, pelas cheias. Cada trecho desses possui estruturas específicas – meandros, declividade, soleiras e depressões, barreiras, largura, continuidades do curso e outras - que podem ser estáveis ou sofrer instabilidades a depender da ocupação urbana.

A terceira variável corresponde ao *habitat*, e refere-se à flora e à fauna, elementos que podem ser considerados como intrínsecos, pois alterações na flora causam impactos para a presença e permanência da fauna local. Os impactos na flora podem ser a supressão da vegetação ripária, alteração da vegetação local por vegetação exótica, alterações na morfologia fluvial, proliferação de macrófitas aquáticas ou supressão total das mesmas.

A fauna pode estar ligada a questões sanitárias, por exemplo: a proliferação de insetos como vetores de doenças, ou da presença de microrganismos que funcionam como indicadores de equilíbrio do ecossistema. Entretanto, para uma análise mais aprofundada esse indicador depende de testes laboratoriais, não sendo esse o caso desta pesquisa. A fauna está ligada também às estruturas físicas do rio e à presença da flora. Sofre impacto em função da ocupação antrópica, estando indiretamente relacionada com a morfologia (densidade), a tipologia e a infraestrutura.

A combinação da variável *habitat* com variáveis da faceta *ocupação urbana* permite identificar diversas situações como, a presença de indústrias ao longo de uma bacia podem impactar a permanência da fauna local ou provocar a proliferação de determinadas bactérias na água, devido aos processos de eutrofização.

#### 4.3.6 Facetas Nível de abrangência: Escala

Essa faceta orienta quanto à escala do impacto, podendo ser entre local ou geral. A variável local é referente a um trecho do corpo hídrico, por exemplo, a seção do rio envolvendo a margem e o leito, em determinado ponto a montante ou a jusante. A variável geral, refere-se à dimensão do impacto na escala da bacia hidrográfica, ou seja, trata-se do conjunto como o todo, e está relacionada à escala do bairro e de uma ou mais cidades, a depender da dimensão do rio. Essa variável deverá apresentar

uma estrutura qualitativa dos impactos com base nas situações que forem apresentadas.

Figura 9 – Organização inicial das variáveis em facetas

FACETA P	FACETA C	
ESPECIALISTAS GÊNERO IDADE TITULAÇÃO ÁREA DE FORMAÇÃO TEMPO DE GRADUAÇÃO LOCAL DE TRABALHO REGIÃO DE ATUAÇÃO NO PAÍS	OCUPAÇÃO URBANA (REFERENTE)  R1 FUNÇÃO R2 FORMA R3 ESPAÇO	MODO (FOCO)  M1 PERMEABILIDADE M2 CARGA DE POLUENTES
RAZÃO COMUM  7 MUITO POSITIVO 6 POSITIVO 5 POUCO POSITIVO 4 SEM IMPACTO 3 POUCO NEGATIVO 2 NEGATIVO 1 MUITO NEGATIVO	AMBIENTE FLUVIAL (DOMÍNIO)  D1 ÁGUA D2 MARGENS D3 HABITAT	ESCALA (NÍVEL DE ABRANGÊNCIA)  N1 LOCAL N2 GERAL

Fonte: Elaboração do autor

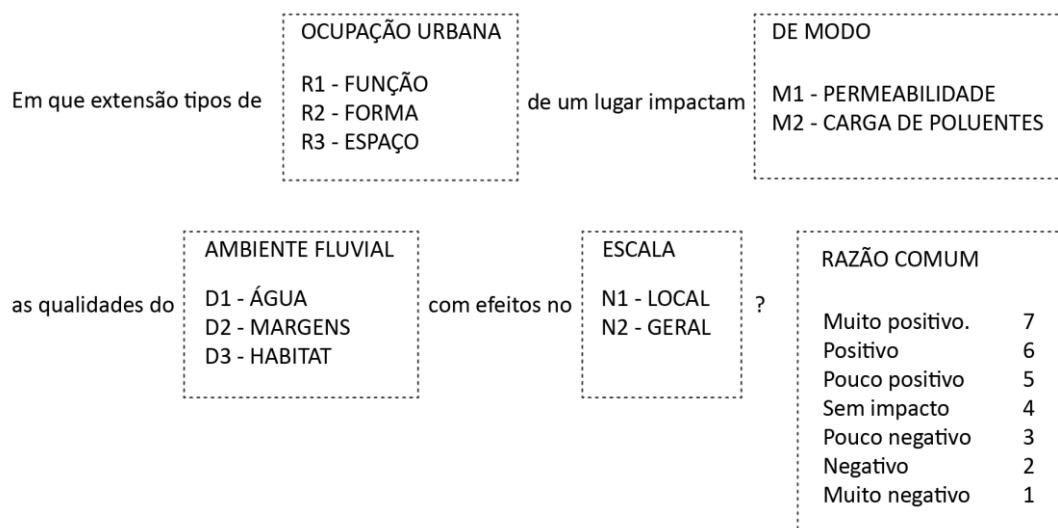
#### 4.3.7 Sentença mapeadora: identificando impactos da ocupação urbana sobre o ambiente fluvial

O desenvolvimento da sentença mapeadora deve ser um processo contínuo durante a identificação das facetas do problema. Uma vez identificada todas as facetas, pode-se então determinar o resultado final da sentença mapeadora, baseada no modelo PER (pressão –estado- resposta). Nesta pesquisa, determinou-se que serão investigados quais os elementos da ocupação urbana (referentes R1-R3), modulados por um maior ou menor nível de intensidade da permeabilidade e da carga de poluentes (foco M1 e M2), os quais interferem nas qualidades dos elementos que compõem o ambiente fluvial (domínios D1-D3). Os efeitos/impactos podem variar de escala, a depender da combinação das variáveis, e serão levantados pela faceta nível de abrangência (N1 e N2).

Assim, as facetas *referente* e *foco* representam a pressão exercida pelo sistema, enquanto a faceta *domínio* e *nível de abrangência* representam o estado do

ambiente fluvial. As respostas são identificadas pela *razão comum*, e correspondem a como os especialistas percebem o impacto causado.

Figura 10 – Esquema da sentença mapeadora



Fonte: Elaboração do autor.

Assim, ao combinar as variáveis  $R1M1D1N1$  têm-se uma questão que deverá articular uma função específica (R1) da ocupação urbana, apresentando características da permeabilidade (M1) que condicionam o espaço e que impactam a qualidade da água (D1) com efeitos no nível local (N1). Traduzindo em uma linguagem textual tem-se: *Um condomínio residencial vertical, de classe média, com calçadas e ruas pavimentadas, está localizado na beira de um curso d'água, qual seria ao efeito desta ocupação para a temperatura da água?*

#### 4.4 Estruturação e aplicação do questionário

O questionário consta de duas partes: a primeira trata do perfil dos entrevistados e a segunda é composta das perguntas específicas da pesquisa. A primeira parte identifica a faceta P, formada pelos especialistas. Estudos anteriores sugerem que questões de ordem social ou demográfica, devem ser dispostas ao final do questionário. Contudo, como as questões não possuem um conteúdo invasivo e devido à extensão do questionário, decidiu-se manter as perguntas de caráter pessoal no início para evitar a desistência no último bloco de questões.

Desse modo, a segunda parte do questionário foi composta pelas questões específicas da pesquisa. Assim, a formulação dos elementos estruturantes permitiu um mínimo de 36 questões (3 variáveis da ocupação urbana, 2 variáveis de modo, 3 variáveis do ambiente fluvial e 2 variáveis do nível). Apesar disso, por se tratar de tema de extensa abrangência e devido à existência de subvariáveis, como apresenta o detalhamento das facetas, foi possível obter variações da mesma sentença, originando um total de 89 questões plausíveis de serem aplicadas.

Do total de sentenças desenvolvidas foram escolhidas 59 questões, considerando os seguintes critérios: clareza da questão, abrangência do conteúdo em função do assunto analisado e questões que tratasse de problemas existentes. Portanto, foram excluídas questões que tratavam de soluções de projeto ou situações não existentes, além daquelas com conteúdo repetitivo. Foram realizados testes iniciais com o questionário para avaliar o tempo de resposta e a compreensão das sentenças, o que conduziu a redução final para um total de 51 questões.

Assim, a primeira parte do questionário é composto por um bloco de 7 perguntas, enquanto a segunda parte foi dividida em quatro blocos, sendo o primeiro composto por 14 questões, o segundo por 15 questões, o terceiro com 13 e o último por 9, totalizando 58 questões com uma duração aproximada de 20 min de resposta.

O questionário final (ver Tabela 4) ficou disponível para resposta durante o período de 22 dias, iniciado em 17 de maio até o dia 8 de junho do ano de 2019, através da plataforma Qualtrics. O uso dessa plataforma online permitiu a sua disponibilização através de endereço eletrônico e facilitou a comunicação entre o pesquisador e os entrevistados.

Tabela 4 – Questionário com respectivos códigos (*structuples*) e numeração. (continua)

Nº	CÓD	PERGUNTA
Q09	R1M1D1N1	Um condomínio residencial vertical de classe média, com calçadas e ruas pavimentadas, está localizado na beira de um curso d'água, qual seria o efeito desta ocupação para a temperatura da água?
Q10	R1M1D1N1	Uma favela com todas suas ruas pavimentadas se localiza na beira de um rio, que impacto ela teria na variação da temperatura da água deste rio?
Q11	R1M1D3N2	Ao longo de um curso d'água existem parques urbanos arborizados e com o solo natural preservado. Qual o efeito na manutenção da fauna e da flora?
Q12	R1M1D1N2	Qual seria o efeito de um parque na beira de um rio com densa arborização e atividades de lazer para a temperatura da água ao longo de um rio?

	Um bairro dinâmico com moradias e comércio variados, que tem ruas pavimentadas, mas com a presença de recuos com jardins, se localiza a beira de um rio. Qual o efeito desta ocupação para a qualidade das águas do rio?
Q13 R1M1D1N2_2	A presença de uma ocupação em palafitas na margem de um rio teria qual impacto para estabilidade das margens?
Q14 R1M1D2N1	Um condomínio ecológico de edifícios e casas construído a beira de rio caudaloso, com uma faixa de vegetação riparia nativa mantida, como afetaria a preservação das margens do rio?
Q15 R1M1D2N1_2	Ao longo de um rio localizam-se bairros mistos com residências e comércio tendo ruas pavimentadas, onde existem praças verdes, mas estas não estão ao longo do rio. Qual o grau de impacto dessa situação para a preservação das margens do rio?
Q16 R1M1D2N2	Ao longo de um rio existe um sistema de áreas verdes, parques urbanos bem arborizados e presença de solo natural preservado. Qual o efeito desta situação no curso meandrante do rio?
Q17 R1M1D2N2_2	Um condomínio residencial nas margens de um curso d'água teve o paisagismo formado em grande parte por espécies exóticas, qual o impacto na biota local?
Q18 R1M1D3N1	Como uma zona com galpões industriais e centros comerciais próximos a um curso d'água, onde a vegetação é escassa e as ruas são pavimentadas, pode impactar a fauna de uma bacia hidrográfica?
Q19 R1M1D3N2	Qual o impacto de uma favela urbanizada com ruas e calçadas pavimentadas, localizada na beira de um rio, para o aumento de sedimentos que seguem para o curso d'água?
Q20 R1M2D1N1	Um condomínio residencial de classe alta, situado nas proximidades de um curso d'água possui todas as ruas e calçadas impermeáveis. Qual o efeito nos sedimentos que seguem para um curso d'água?
Q21 R1M2D1N1_2	Uma favela situada às margens de um rio possui um sistema precário de esgotamento sanitário, há locais onde o esgoto corre a céu aberto em canaletas, qual o grau de impacto dessa situação para o nível de poluentes no curso d'água?
Q22 R1M2D1N2	Em um bairro de classe média o sistema de esgotamento sanitário é ocasionalmente conectado ao sistema de águas pluviais. Como essa situação pode afetar o nível de poluentes em um curso d'água?
Q23 R1M2D1N2_2	Uma região afastada do centro da cidade é dotada de esgotamento sanitário, possui um distrito industrial localizado perto de um curso d'água. Qual o provável efeito no nível de poluição das águas do rio?
Q24 R1M2D1N2_3	Observa-se que em uma área de uso misto, nas proximidades de um curso d'água existem tubulações instaladas no leito do rio, de que forma isso afeta a estabilidade suas margens?
Q25 R1M2D2N2	Um loteamento residencial possui um elevado movimento de automóveis e possui o sistema de drenagem pluvial conectado diretamente com o curso d'água existente no local. Nestas condições qual seria o efeito na vida animal local?
Q26 R1M2D3N1	Uma favela, situada às margens de um córrego, não possui sistema de esgotamento sanitário adequado. Algumas casas despejam o esgoto diretamente no leito do rio, ou nas margens do mesmo. Que impacto esta situação teria na biota local?
Q27 R1MS2D3N1	Observa-se que ao longo de uma bacia hidrográfica, há uma região com uso misto residencial e industrial, na qual a malha de esgotamento sanitário é precária, há vazamentos ao longo das instalações e a malha não atende toda a população. Como isso afetaria a manutenção da biota ao longo do curso d'água nessa bacia?
Q28 R1M2D3N2	Um bairro é caracterizado por conter lotes pequenos, com os recuos frontais, que são permeáveis e vegetadas. Qual o efeito para a recarga dos lençóis freáticos?
Q29 R2M1D1N1	

	Um conjunto residencial, situado nas margens de um rio, possui lotes com grandes dimensões, onde os recuos são respeitados e são vegetados, mantendo a área legal mínima de terreno permeável. Qual seria o impacto desta condição na recarga dos lençóis freáticos?
Q30 R2M1D1N1_2	Um bairro central possui uma malha urbana bastante regular e retangular com quadras pequenas e ruas devidamente pavimentadas que é entrecortada por um corpo hídrico. Como seria o impacto deste modo de ocupação na temperatura da água do rio?
Q31 R2M1D1N2	Nesta localidade de ocupação espontânea houve um processo de urbanização e as ruas foram pavimentadas. No entanto esse lugar entrecorta um corpo hídrico, assim, qual o impacto desta forma de urbanização na temperatura da água no rio?
Q32 R2M1D1N2_2	Um loteamento residencial de forma orgânica e malha viária de ruas sem saída, é entrecortado por um riacho. Qual o efeito da maior permeabilidade de ocupação do solo na conservação das águas do riacho?
Q33 R2M1D1N2_3	Um bairro possui uma malha urbana de grelha regular, com conexões entre todas as ruas que são pavimentadas. Qual o efeito deste desenho urbano na disponibilidade de área permeável no bairro?
Q34 R2M1D1N2_4	Um bairro de terreno acidentado possui lotes com altas densidades construtivas situados no cume de terrenos acidentados, próximos a um vale com um curso d'água. Qual o grau de impacto desta ocupação para a estabilidade das margens deste rio?
Q35 R2M1D2N1	Qual o grau de impacto de lotes com alta densidade construtivas situados no vale e próximo de um rio para a estabilidade das margens?
Q36 R2M1D2N1_2	Neste condomínio de terreno acidentado, os lotes têm baixa densidade de ocupação construtiva e as casas ocupam o cume. Qual o impacto desta situação para a preservação de um rio no vale?
Q37 R2M1D2N1_3	Uma cidade pequena em um vale apresenta uma ocupação urbana tradicional e irregular com todas as edificações importantes margeando o rio. A malha urbana é dotada de esgotamento sanitário e drenagem pluvial. Na sua opinião qual seria o efeito desta ocupação na conservação das margens do rio?
Q38 R2M2D2N2	O bairro próximo ao rio, apresenta uma malha ortogonal onde as vias principais são paralelas ao curso d'água, com fluxo de veículos nas margens do rio. Qual o grau de impacto dessa situação para a conservação da biota local?
Q39 R2M2D3N1	Um determinado rio com grande leito caudal entrecorta uma cidade. As margens possuem acesso para pedestres e veículos, sendo que essas são conectadas por pontes de pedestres e de veículos, em diversos pontos do curso. Qual o grau de impacto dessas estruturas urbanas sobre a qualidade das águas?
Q40 R3M1D1N1	O trecho de um rio que entrecortava um bairro foi tamponado, justificou-se o fato devido ao nível de poluição do rio. Qual o grau de impacto dessa solução para poluição da água do mesmo rio?
Q41 R3M1D1N1_2	Um determinado rio pode ser visto a partir de suas margens e de diversos ângulos quando se está perto de seu leito, ele possui uma importância fundamental na construção da paisagem da cidade. Qual o grau de impacto da acessibilidade visual desse rio para sua preservação?
Q42 R3M1D1N2	Um grande rio entrecorta partes centrais de uma cidade saneada, passa por bairros de intenso fluxo viário e de importância econômica para a cidade. Qual o grau de impacto dessa situação urbana para a poluição das suas águas?
Q43 R3M1D1N2_2	Em um bairro qualquer as casas foram implantadas com os fundos de lotes voltados para os rios, criando bloqueios visuais que impedem a população local visualizar as margens do rio e sua paisagem. Qual o grau de impacto de uma situação como essa para a conservação das estruturas das margens do rio?
Q44 R3M1D2N1	

Q45 R3M1D2N1_2	Ao longo das margens de um rio existem ora edificações privativas ora espaços abertos, sendo que os mesmos são conectados, criando assim, transições entre espaços privados ao longo das margens e espaços públicos com certa vitalidade urbana. De que maneira essa situação impactaria na conservação das estruturas das margens deste rio?
Q46 R3M1D2N2	Em uma bacia hidrográfica as vias de circulação de veículo foram implantadas de tal modo que elas estão perpendiculares ao curso d'água, o que liberou uma faixa das margens com vegetação ripária preservada somente para o acesso de pedestres e ciclistas, onde de que maneira essa situação impactaria a estabilidade das margens do rio?
Q47 R3M1D2N2_2	Em uma cidade ao longo de um rio urbano as grandes avenidas são longitudinais às margens, mas com diversas travessias para o fluxo de veículos. Qual o grau de impacto dessa estrutura viária urbana para a preservação das estruturas das margens do rio?
Q48 R3M1D3N2	Um curso d'água que corta uma cidade possui vias para circulação de pedestres e ciclistas nas suas margens, mas a vegetação implantada se caracteriza por grandes gramados e vegetação de pequeno porte e exógenas ao ambiente em questão. Qual o efeito para a sobrevivência da fauna fluvial?
Q49 R3M2D1N1	Novas pontes foram instaladas em um curso d'água, criando conexões entre suas margens. No entanto, como o leito caudal é bastante largo, foi necessário a implantação de pilares para sustentar o vão da ponte. Qual o grau de impacto dessas estruturas sobre o aumento de sedimentos acumulados ao longo do curso d'água?
Q50 R3M2D1N2	Um rio poluído teve seu curso d'água desviado por uma barragem que orienta parte do fluxo para um outro percurso. O rio após a barragem possui menor fluxo d'água e varia segundo aumento do nível do rio. De que maneira a descontinuidade do fluxo d'água impactaria na presença de sedimentos no curso de menor fluxo d'água?
Q51 R3M2D3N2	De que maneira quanto maior for a centralidade de um rio, em relação à cidade, isso pode impactar a redução da biota existente ao longo do curso d'água?
Q52 R2M1D2N1	Um vale é ocupado por lotes com baixa densidade construtiva, qual seria o impacto na estabilidade das margens da bacia?
Q53 R2M1D2N2	Em uma bacia hidrográfica de uma cidade com terreno acidentado, os bairros se desenvolveram nas encostas, o que promoveu a remoção da vegetação ripária da encosta. Ao longo desse vale ainda percorre um rio. Como pode ser considerado o impacto dessa situação para a estabilidade das margens do curso d'água no vale?
Q54 R2M1D2N2_2	Um bairro de uma determinada bacia hidrográfica é caracterizado por possuir ocupações somente nas cotas mais altas dos morros, sendo a vegetação da encosta preservada com a vegetação nativa. Ao longo do vale corre um corpo hídrico. Como pode ser considerado o impacto desse tipo de ocupação para a estabilidade das margens do curso d'água no vale?
Q55 R2M1D2N2_3	Um rio urbano possui calhas estruturadas com concreto armado e quase todo o seu percurso foi retificado, qual o impacto dessa ação para a conservação geral das margens do curso d'água?
Q56 R2M1D2N2_4	Um rio urbano, com margens naturais e curso meandrante, precisou de intervenções pontuais, onde foram feitas estabilizações das margens com troncos, pedras e tela vegetal. Como esta ação impacta a estabilidade e conservação das margens do curso d'água?
Q57 R2M1D3N1	Trechos de um rio urbano foram retificados e as calhas revestidas com concreto, visando controlar frequentes inundações. Qual seria o grau de impacto dessa solução para a manutenção da biota do rio?
Q58 R2M1D3N2	Um bairro localizado em uma bacia hidrográfica possui baixa densidade e as áreas verdes são mantidas nos lotes e ao longo das ruas, qual o grau de impacto dessa situação para a vida da biota ao longo da bacia hidrográfica?

---

Q59 R2M1D3N2\_2 Um longo trecho da bacia hidrográfica é ocupada por edificações de baixa densidade e com a presença de áreas verdes escassas ao longo das vias, na sua opinião, qual o impacto para a biota ao longo da bacia hidrográfica?

Fonte: Elaboração do autor.

#### 4.5 Tratamento dos dados obtidos

Para iniciar a análise das respostas é necessário tratar as informações obtidas dos questionários. Foram obtidas 53 respostas, aproximadamente 33% do total de especialistas convidados a participar da pesquisa. Foram consideradas válidas, aquelas que tivessem respondido ao menos o primeiro bloco da segunda parte do questionário. Destarte, foram selecionadas 35 respostas (aproximadamente 22%) para serem analisadas, dentre essas, três respondentes não completaram o último bloco somente.

O segundo passo consistiu no tratamento dos dados obtidos. A plataforma utilizada permite a exportação das respostas em formato de planilhas com conteúdo de texto, sendo necessário convertê-los em valores numéricos, fundamental para a leitura em programas estatísticos, como o SPSS e o Hudap (Hebrew University Data Analysis Package). Além disso, foi necessário dicotomizar, entre valores binários, as informações obtidas da primeira parte do questionário e excluir as opções de respostas que não tiveram nenhuma atribuição. Os valores da segunda parte do questionário foram mantidos, conforme as numerações dadas, porque se tratam de respostas baseadas na escala Likert com 7 pontos e direção positiva (1-muito negativo, 2-negativo, 3-pouco negativo, 4-sem impacto, 5-pouco positivo, 6-positivo e 7 muito positivo), que são transformados em coeficientes de associação, a fim de identificar as correlações espaciais entre os valores obtidos.

Após o tratamento da planilha, os dados foram lidos no SPSS, para averiguar possíveis incongruências estatísticas. Uma vez corrigidos, os dados foram lançados na plataforma Hudap, a qual realiza a Análise de Estruturas de Similaridade – SSA. Essa análise será explicada mais a diante.

#### 4.6 Amostra do perfil dos entrevistados

A série de tabelas a seguir apresenta os perfis dos especialistas os quais foram submetidos ao questionário. Para melhor compreensão da informação, foram realizadas tabulações cruzadas, tendo como principal informação a área de formação

dos entrevistados, visto que esse será um dado utilizado na análise espacial das facetas, através do SSA.

A Tabela 5 apresenta o cruzamento de dados a respeito da área de formação com a titulação. O maior percentual de entrevistados possui formação na área de Engenharia/ Geotecnologias, seguida pela área de Planejamento Urbano/ Urbanismo e das Ciências da Natureza/Biologia. O maior percentual possui titularidade de doutorado para todas as áreas, seguido pelo título de mestrado e depois pelo superior completo. Não foram obtidas respostas para o nível técnico. As áreas de formação com maior percentual de doutores são Engenharia/Geotecnologias e Planejamento urbano/Urbanismo. O perfil de titulação traz um impacto sobre as respostas, tendo em conta que o maior percentual possui um maior grau de especialização e provavelmente mais experiência sobre a temática.

Essa maior experiência poderá ser comprovada através do tempo de atuação na área. Por isso, a Tabela 6 apresenta o cruzamento de dados entre a área de formação e o tempo de graduado. O maior percentual (71% dos entrevistados) corresponde aos profissionais com mais de onze anos de formados, com maior representação entre os profissionais das áreas de Engenharias/Geotecnologias e Planejamento Urbano/Urbanismo.

Tabela 5 – Matriz da área de formação X titularidade.

<b>Q4: Titulação?</b>								
Q6: Área de formação								
	Total	%	Doutorado	%	Mestrado	%	Superior	%
Total	35		22		9		4	
ciencias sociais	3	9%	2	9%	1	11%	0	0%
ciências da natureza/biologia	6	17%	3	14%	2	22%	1	25%
ciências humanas	4	11%	2	9%	1	11%	1	25%
engenharias/geotecnologias	11	31%	6	27%	3	33%	2	50%
Hidrologia	3	9%	3	14%	0	0%	0	0%
planejamento urbano/urbanismr	8	23%	6	27%	2	22%	0	0%

Fonte: Elaboração do autor

Tabela 6 – Matriz da área de formação X tempo de graduação.

<b>Q5: Quanto tempo de graduado(a)?</b>								
Q6: Área de formação								
	Total	%	5 a 10 anç	%	11 a 20 anos	%	+ de 20 anos	%
Total	35		10		10		15	
ciencias sociais	3	9%	0	0%	1	10%	2	13%
ciências da natureza/biologia	6	17%	4	40%	1	10%	1	7%
ciências humanas	4	11	0	0%	3	30%	1	7%
engenharias/geotecnologias	11	31%	4	40%	2	20%	5	33%
hidrologia	3	9%	0	0%	2	20%	1	7%
planejamento urbano/urbanism	8	23%	2	20%	1	10%	5	33%

Fonte: Elaboração do autor

A respeito da região de atuação, apesar da busca de profissionais em eventos, congressos e órgãos nacionais, o maior percentual de respostas obtidas foi da região nordeste, com baixa representatividade das demais regiões. No entanto, acredita-se que tal fator não influenciará a análise dos dados, uma vez que se entende ser mais fundamental a área de formação e o campo de atuação que envolva corpos hídricos (ver Tabela 7).

Tabela 7 – Matriz da área de formação X região de atuação profissional.

<b>Q8: Em que região atua profissionalmente?</b>													
Q6: Área de formação													
	Total	%	NE	N	%	SE	%	S	%	Inter.	%	+ regiõ	%
Total	35		24	2	5	2	1	1	1				
ciencias sociais	3	9%	1	4%	1	50%	1	20%	0	0%	0	0%	0
ciências da natureza/ biologia	6	17%	5	21%	0	0%	0	0%	0	0%	1	100%	0
ciências humanas	4	11%	4	17%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
engenharias/ geotecnologias	11	31%	9	38%	0	0%	2	40%	0	0%	0	0%	0
hidrologia	3	9%	2	8%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1
planejamento urbano/ urbanismo	8	23%	3	13%	1	50%	2	40%	2	100%	0	0%	0

Fonte: Elaboração do autor

O cruzamento de dados da área de formação com o local de trabalho, na Tabela 8, permite entender se o perfil das respostas foram fornecidas por especialistas com foco: na área acadêmica, como professores, pesquisadores e consultores; em agências governamentais, como gestores ou servidores técnicos; em empresas privadas, atuando como projetistas, consultores em projetos de intervenção urbana e/ou ambiental; ou em outros locais. Obteve-se o maior percentual de profissionais da área acadêmica e baixa representatividade das demais áreas. Isso pode direcionar os

resultados para uma visão mais homogênea, dentro das áreas de formação, a respeito dos impactos causados pela ocupação urbana sobre o ambiente fluvial.

Tabela 8 – Matriz da área de formação X local de trabalho.

<b>Q7: Em que orgão, empresa ou instituição atua?</b>						
<b>Q6: Área de formação</b>						
	Total %	Acadêmico %	Ag. Gover %	Emp. Privad %	Outras %	
Total	35	24	3	3	5	
ciencias sociais	3 9%	2	8% 1	33% 0	0% 0	0% 0
ciências da natureza/biologi	6 17%	3	13% 0	0% 1	33% 2	40% 0
ciências humanas	4 11%	1	4% 2	67% 0	0% 1	20% 0
engenharias/geotecnologias	11 31%	9	38% 1	33% 1	33% 0	0% 0
hidrologia	3 9%	3	13% 0	0% 0	0% 0	0% 0
planejamento urbano/ urbanismo	8 23%	7	29% 0	0% 1	33% 0	0% 0

Fonte: Elaboração do autor

## 4.7 O caminho para análise dos dados

### 4.7.1 Análise de Estruturas de Similaridade - SSA

A análise de estrutura de similaridades - Smallest Structure Analisys ou análise do menor espaço - é uma forma não métrica dentre as análises multidimensionais conforme aponta Roazzi, Monteiro e Rullo (2009, p. 90). Essa técnica é considerada por Monteiro (1989, p. 225) como uma nova forma de se olhar a análise fatorial, sem grandes distorções e que permite visualizar as similaridades ou diferenças entre todos os elementos a partir da distância plotadas no espaço Euclidiano. Bilsky (2003, p. 360) aponta que, ao contrário da análise fatorial, a SSA é menos restritiva quanto às variáveis, bem como os dados não precisam apresentar características métricas ou linearidades entre os coeficientes de associação. Outro fator importante é que, na análise de SSA, as dimensões servem como meio para verificar as diferentes projeções da configuração total, em outras palavras, trata-se de uma nuvem de pontos no espaço Euclidiano, que pode ser lido através de uma ou mais dimensões.

O método de SSA analisa a matriz de correlação entre  $n$  variáveis e plota a correlação dos pontos no espaço, onde quanto maior for a correlação, menor será a distância entre os pontos. Assim, é possível avaliar a presença de regiões de contiguidade, bem como a organização entre as regiões, o que apresenta resultados do ponto de vista qualitativo ou quantitativo. Segundo Roazzi, Monteiro e Rullo (2009), a análise de SSA permite a espacialização das variáveis externas (dados da

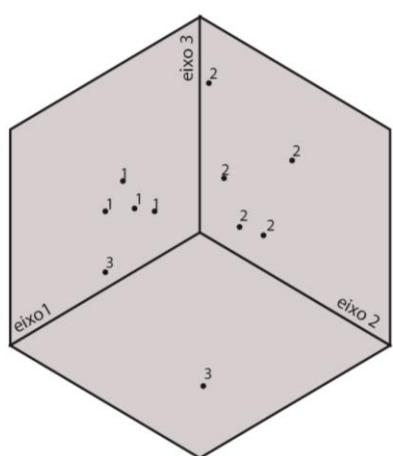
população), em conjunto com as questões específicas do questionário. Isso quer dizer que é possível identificar a correlação das diversas facetas com o perfil dos entrevistados.

Para este estudo, o SSA se mostra uma ferramenta fundamental para testar a hipótese definida na sentença mapeadora, através da observação do padrão de comportamento entre o grande e complexo conjunto de variáveis no espaço. Em outras palavras, é possível descrever como um conjunto de variáveis da ocupação urbana, associadas às características específicas de permeabilidade e esgotamento sanitário, interferem na qualidade do ambiente fluvial em uma escala definida ou não, considerando as respostas dos entrevistados.

#### 4.7.2 Projeções de SSA

O resultado da análise SSA é dado em projeções do espaço Euclidiano, podendo ser obtidos em 2D, 3D ou 4D. Ou seja, ao observar os dados a partir de uma análise de 2 dimensões, obtém-se uma projeção representada sobre os eixos “x” e “y”, que condizem aos vetores 1 e 2. Tratando-se de 3 dimensões, serão plotadas as projeções sobre os eixos 1 e 2; 2 e 3 e eixos 1 e 3 (ver Figura 11).

Figura 11 – Planos de projeção com as 3 dimensões e exemplo da nuvem de pontos.



Fonte: Elaboração do autor

Para determinar qual projeção será utilizada, o pesquisador pode lançar mão, além da sua teoria, do coeficiente de alienação ou o diagrama de Shepard, que são parte de indicadores de precisão de ajuste (BILSKY, 2003, p.360). Monteiro (1989)

pontua que existem diferentes abordagens para o uso dos indicadores de precisão, por exemplo, um coeficiente de alienação menor que 0,15 corresponde a um ajuste aceitável para interpretar os dados. No entanto, quanto maior o número de variáveis, pode-se tolerar um coeficiente de alienação mais elevado e utilizar mais do que duas dimensões. Já o diagrama de Shepard deve refletir uma função crescente ou decrescente sem interrupções, ou seja, através de uma diagonal. Segundo Monteiro (1989), um método mais empírico consiste em analisar todas as projeções em conjunto com as correlações das variáveis pela matriz de monotonicidade, a fim de se observar a configuração mais clara dos pontos na nuvem e a relação de proximidade entre os pontos na projeção. Nesta pesquisa, serão adotadas a análise do coeficiente de alienação e o método mais empírico, visto que se trata de um alto número de variáveis e de possibilidades de configurações espaciais (ver apêndices a e b para dados do coeficiente de alienação e matriz de monotonicidade, respectivamente).

O papel das projeções consiste em identificar se o comportamento dos dados reflete a estrutura empírica da sentença mapeadora. Monteiro (1989) pontua que as projeções não somente evidenciam empiricamente a real existência das facetas, mas também clarificam importantes pistas sobre o comportamento delas, bem como as regras e leis que atuam sobre os dados. Isto posto, a proximidade dos pontos pode sugerir uma determinada similaridade entre eles que, consequentemente, formam uma região onde é possível identificar a faceta estabelecida ou novas relações, que serão identificadas como novas facetas não consideradas na estrutura inicial.

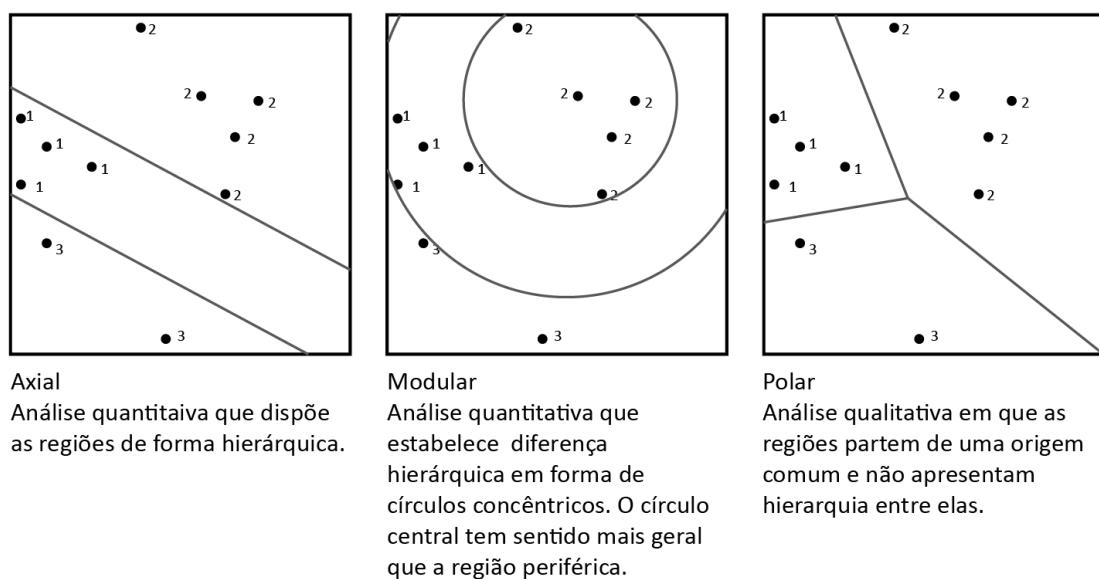
Geralmente se inicia a descrição de uma projeção identificando a estrutura geométrica geral dos pontos em função da interpretação da densidade de pontos e vazios do espaço. Em seguida, deve-se compreender as relações entre os elementos ao interno de uma região, ou em posição periférica, ou o *outlier* (fora da região hipotetizada).

Vale ressaltar que cada faceta deverá ser analisada separadamente. Portanto, se a sentença mapeadora é composta por quatro facetas, por exemplo: tipo de ocupação urbana (R), que possui determinadas características de permeabilidade ou carga de poluentes (M), e impacta o domínio de um ambiente fluvial (D) em um determinado nível (N); então, deve-se estudar as projeções das facetas R, M, D e N, a fim de identificar o tipo de estruturas que os pontos forma entre si.

Conforme aponta Monteiro (1989) a definição das regiões não corresponde somente a um grupo de pontos fechados em uma mesma região e separados por um vazio. Uma variável que pertence a uma região pode ter uma correlação maior com variáveis de outra região, o que conduz à necessidade de verificação das três ou mais projeções geradas para cada uma das facetas, a fim de identificar o comportamento geral da nuvem de pontos.

Os estudos de Levy (Levy, 1985 apud Muñoz, 2018) estabelecem três tipos de hipóteses associadas às regiões com a geometria do SSA, podendo ser de caráter quantitativo ou qualitativo. As facetas podem ser estruturadas em forma axial, modular e polar (ver Figura 12).

Figura 12 – Papel das facetas e definição das regiões no espaço multidimensional segundo Levy (1985).



Fonte: Elaboração do autor, adaptado de Muñoz (2018).

## 5 IMPACTOS DA OCUPAÇÃO URBANA NA CONSERVAÇÃO DE RIOS: ESTRUTURAS E DIRETRIZES DE AVALIAÇÃO SEGUNDO A ANÁLISE DAS FACETAS

Neste capítulo serão apresentadas as análises dos resultados obtidos com as respostas do questionário aplicado aos especialistas, utilizando-se o programa estatístico SSA (Smallest Structure Analysis), procedimento aposto à Teoria das Facetas. Os presentes resultados visam contribuir com conhecimentos para identificar aspectos de maior impacto sobre a conservação/restauração dos corpos hídricos em situação urbana e, assim, determinar diretrizes para a construção de indicadores de avaliação da ocupação urbana.

Como já apresentado neste trabalho, a presença de uma extensa coleção de parâmetros torna a avaliação do impacto da ocupação urbana um exercício bastante complexo e detalhado. Ao apresentar a planejadores urbanos e especialistas do setor um conjunto de condições para serem avaliadas, busca-se verificar hipóteses sobre os efeitos que diferentes padrões de ocupação urbana produzem, em maior ou menor grau, para a qualidade do ambiente fluvial, além de permitir o seu planejamento com viés mais sistêmico em relação aos serviços de suporte.

A seguir serão apresentadas projeções tridimensionais do espaço euclidiano das diferentes facetas, anteriormente descritas, bem como a correlação do perfil dos entrevistados, plotado no plano de projeções, juntamente com o conjunto das condições apresentadas no questionário. As variáveis externas plotadas na projeção não alteram a estrutura dos dados, mas são localizadas igualmente em regiões onde há maior correlação das respostas, segundo a variável externa, seja ela, idade, gênero, especialização ou tempo de profissão. O coeficiente de alienação ( $K$ ) é uma medida que indica em que extensão a distância entre pares de pontos, em dois ou três espaços dimensionais, não aderem à regra de relação monotônica entre os coeficientes de entrada (input) e as distâncias projetadas. Para um sistema de muitas variáveis, o  $K < 0,25$  é considerado satisfatório.

Portanto, ao apresentar a informação sobre a qualificação dos entrevistados, busca-se obter uma leitura mais aprofundada de como diferentes áreas de formação percebem os impactos das questões apresentadas e como essas visões podem se

complementar na busca por melhores definições de planejamento. Por fim, discute-se o conhecimento apreendido com o conjunto das facetas e são delimitadas as diretrizes.

## 5.1 Análise de dados – A projeção das Facetas

### 5.1.1 A estrutura dos elementos da ocupação urbana: analise da projeção SSA da faceta de Referente de Impacto

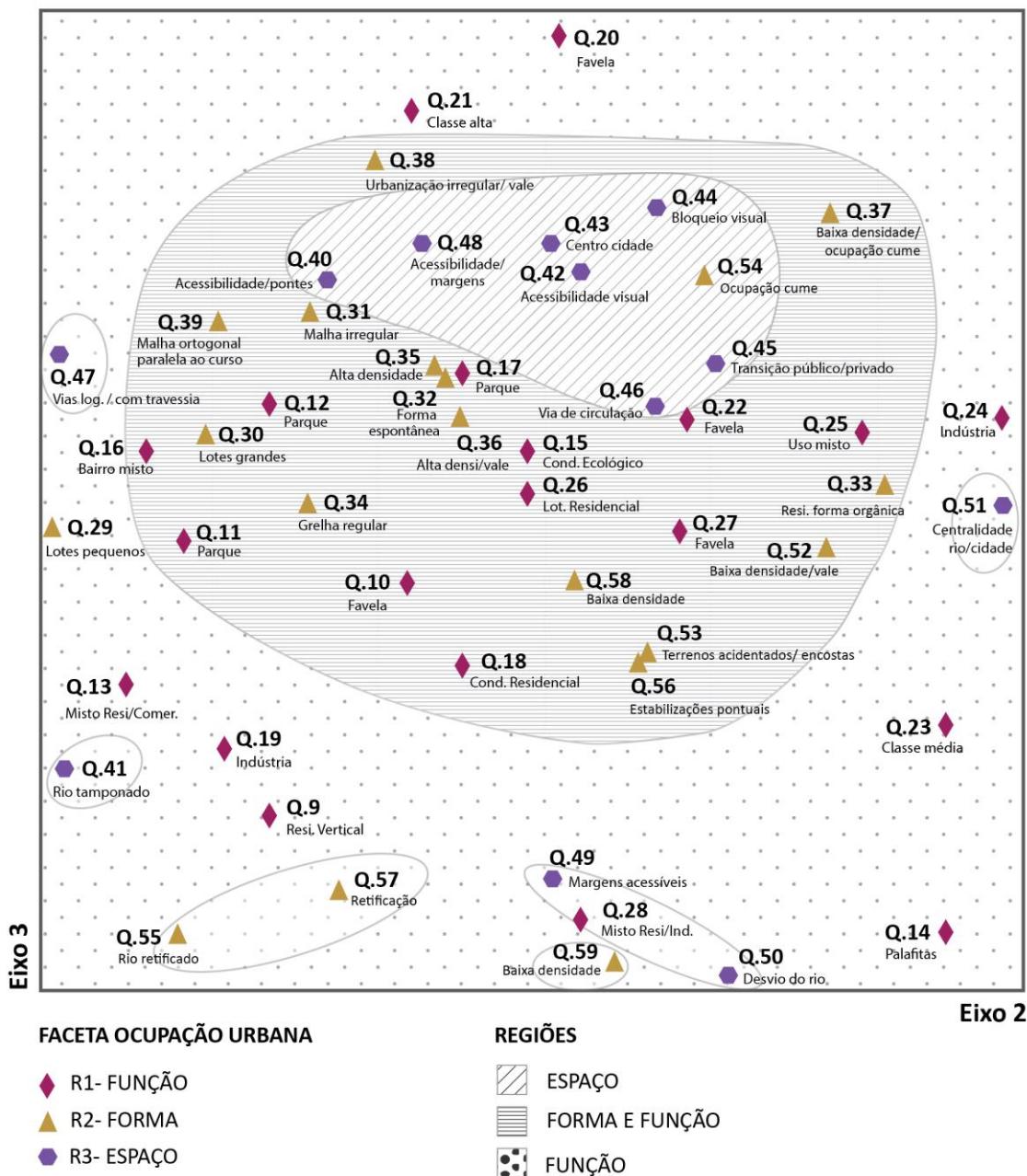
A projeção do referente R - ocupação urbana, sobre os eixos 2 e 3 (x,y), da projeção 3D do SSA (ver Figura 13) - mostra as variáveis (Espaço, Forma e Função) em uma organização modular no espaço euclidiano. No centro, localizam-se as questões relacionadas à variável espaço e, ao redor dela, há uma região como uma faixa com elementos tanto da *forma* quanto da *função*. Em uma terceira região mais periférica onde se localizam elementos da *função*.

Nessa estrutura modular ou hierárquica, o centro do gráfico corresponde às questões que são mais relacionadas com todas as outras e, as quais, segundo os respondentes, exercem menor impacto sobre a qualidade do ambiente fluvial. Isso significa que todos os experts tendem a concordar que as questões centrais não impactam diretamente a conservação dos rios quando comparadas às questões mais periféricas ou intermediárias, que são mais específicas, por exemplo, o bloqueio visual das margens (Q.44), a acessibilidade das margens (Q.48), presença de pontes para acessibilidade (Q.40) ou acessibilidade visual para as margens do rio (Q.42). A próxima região reúne indistintamente elementos da *forma* e da *função*, isso quer dizer que certas questões foram associadas a algum tipo de função e vice-versa, por exemplo a favela (Q. 20) associada à alta densidade no vale (Q.36), ou a uma urbanização irregular no vale (Q.38). Essa é uma região intermediária, entre a central e a região periférica, que reúne os impactos vistos como mais graves.

A terceira região é caracterizada pela predominância de elementos que se referem à *função* das ocupações, e que se distribuem por toda a projeção. Embora signifique que possuem avaliações mais díspares, é uma região que reúne elementos que causam maior impacto no meio fluvial. Todas as questões são claras quanto à *função*, consequentemente, impactam de forma específica e direta a qualidade do

ambiente fluvial, por exemplo, o parque arborizado (Q.11), as palafitas (Q.14), as zonas industriais (Q.19), os condomínios residenciais (Q.18).

Figura 13 – Projeção do Referente apresenta os elementos da faceta relativa à ocupação urbana. Coeficiente de alienação: 0,21757



Nessa projeção, percebe-se que as questões Q.41, Q.47, Q.49, Q.50, Q.51 e Q.57 estão distribuídas nas regiões periféricas do plano, além disso, se localizam junto com os outros elementos da mesma faceta (função), se comportando como *outliers*. São, portanto, elementos fora das regiões onde foram pensadas pertencer. Para

entender porque estas questões não foram vistas como as outras é necessário analisar cada caso e, talvez, elucidar a razão destas avaliações.

A questão Q.41 foi concebida como um elemento *espacial*, pois apresenta a descontinuidade do curso d'água através do seu “tamponamento”. Sua localização na projeção mostra uma alta correlação com a questão Q.57, que trata da retificação de rios. Não é possível atribuir uma associação dessa variável com elementos de *função*. A Q.47 trata da priorização da acessibilidade, através da travessia por pontes para veículos entre as margens do rio, essa questão apresenta uma correlação média com questões da *forma* e da *função*.

A questão Q.49 trata da existência de margens acessíveis, a Q.50 do desvio do rio/descontinuidade e a Q.51 trata da centralidade do rio na cidade. Estas questões são *outliers* da faceta *espacial* porque foram avaliadas como tendo impacto semelhante aos elementos de *função*.

Interessante notar que as questões Q.55 e Q.57, relativas a rios retificados, estão situadas na região inferior e periférica da projeção, mostrando uma avaliação bastante diferenciada das outras questões. A construção dessas sentenças posicionou o efeito da ocupação urbana sobre o rio como um referente, ou seja, os que já são o próprio impacto. Isso dificultou o entendimento do referente como sendo integrante de uma variável específica. Também vale notar que a questão Q.59, a qual menciona a ocupação de baixa densidade em um longo trecho da bacia, também se localiza na região inferior e periférica.

### 5.1.2 A projeção da Faceta Ocupação Urbana com variáveis externas: especialização dos respondentes

A Figura 14 apresenta a mesma projeção da faceta *Referente Ocupação Urbana* (Figura 11), plotando no espaço um ponto que representa a correlação das avaliações com todas outras questões, segundo a especialização dos respondentes. Como já mencionado, esses pontos não interferem na estrutura das questões e somente indicam a região onde as respostas destes especialistas mais se correlacionam. A região central, que reúne as questões relativas ao impacto da ocupação espacial, é a mais correlacionada com as avaliações dos Planejadores Urbanos. Tal correlação demonstra como estes profissionais viram de modo

semelhante o impacto da ocupação espacial das cidades na qualidade dos rios, principalmente quando se trata da acessibilidade e do tipo de loteamento. Os planejadores apresentam correlações bastante positivas com a presença de áreas verdes (Q.17), loteamentos de forma orgânicas e ruas sem saída (Q.33), margens com espaços públicos (Q.45), faixa de vegetação ripária (Q.46) e correlações negativas com as questões relacionadas com à função da ocupação, como os bairros mistos (Q.16), loteamento com drenagem dirigida ao rio (Q.26), favelas sem esgotamento (Q.Q.27) e uso misto industrial (Q.28).

Os profissionais das Ciências Sociais e Humanas estão igualmente na região do segundo círculo (*forma e função*), mas no lado direito da projeção. Os primeiros são altamente correlacionados com as questões que mencionam ausência de drenagem completa e saneamento (Q.26 e Q.27), ocupações espontâneas (Q.32) e com altas densidades (Q. 35 e 36). Os respondentes das Ciências Humanas, embora na mesma região, possuem correlações mais positivas com três questões fora da região: Q.23, Q.24 e Q.51, sendo que as duas primeiras são questões que relacionam situações com presença de esgotamento sanitário e a última, a centralidade dos rios na cidade. Do mesmo modo, os profissionais de Biologia estão na mesma região, mas têm correlações bastante negativas com a maioria das questões.

Dois grupos de profissionais são localizados na área esquerda da projeção. Enquanto os de Hidrologia estão no centro, os de Geotecnia, juntamente com os engenheiros, estão na parte inferior da projeção. Enquanto os de Hidrologia avaliam mais positivamente as questões que mencionam rios caudais (Q.40), avenidas (Q. 47) e parques ao redor de rios (Q.48), a correlação mais negativa é com a questão que menciona lotes com grandes densidades construtivas em terrenos no vale de um rio.

Profissionais de Hidrologia e das Ciências Humanas se mostram mais correlacionadas com as situações vistas como positivas. Dessa forma, os profissionais dessa área concordam que determinados elementos da *forma e da função* (como a presença de parques, lotes maiores com áreas de recuos preservadas, baixa densidade construtiva ou estabilizações pontuais) são positivos para a conservação de corpos hídricos.

O grupo de formação em Engenharias/Geotecnologias possui avaliações bastante negativas para a maioria dos impactos causados pelas condições apresentadas, com exceção da Questão 41, sobre o tamponamento de um rio face a poluição. Do mesmo modo, os respondentes deste grupo se igualam na avaliação negativa das questões 55 e 57 que mencionam retificação e canalização de rios como soluções. Os gráficos 1 e 2 demonstram os resultados obtidos para as questões 55 e 57, respectivamente.

Figura 14 – Projeção de SSA (3D) do referente com perfil de formação dos entrevistados.

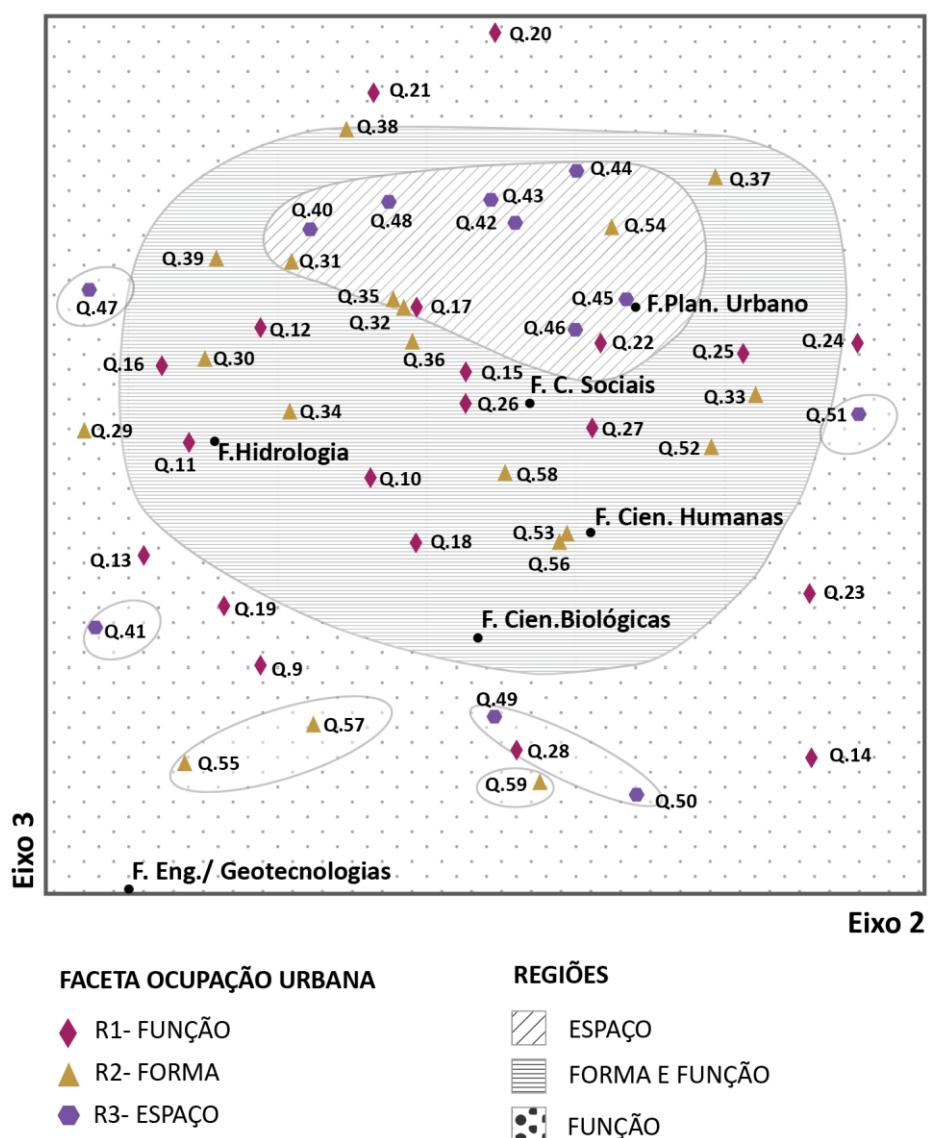
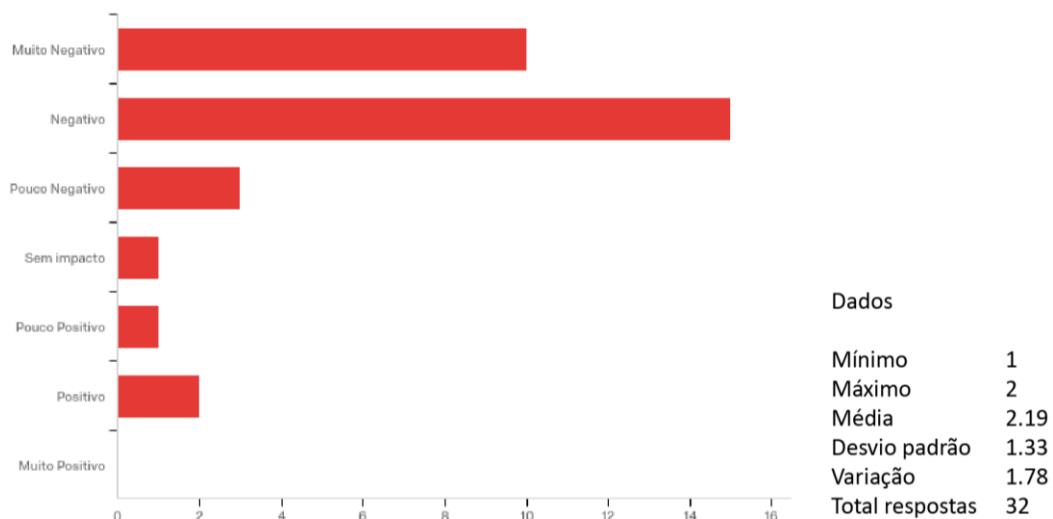
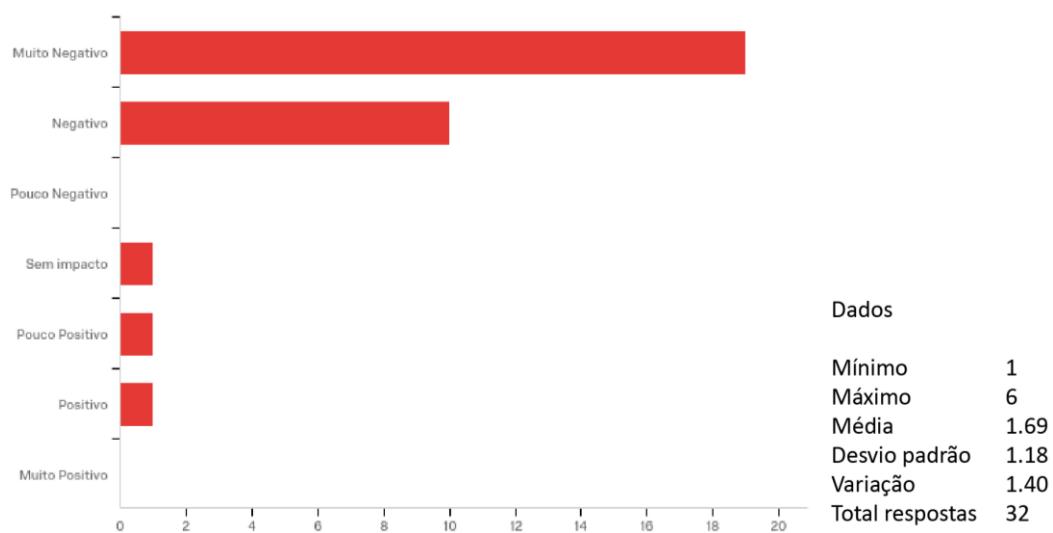


Gráfico 2 – Respostas da questão 55



Fonte: Elaboração do autor

Gráfico 3 – Respostas da questão 57.



Fonte: Elaboração do autor

### 5.1.3 Impactos da *permeabilidade* e da *carga de poluentes* na qualidade do ambiente fluvial

A faceta *foco* foi concebida visando explicitar os efeitos das diversas configurações urbanas e naturais na permeabilidade do solo e, portanto, na regeneração das condições das águas ou na produção de carga poluente sobre os rios.

A Figura 15 apresenta a projeção em 3 dimensões, eixos 1 e 3 (x,y), com uma estrutura axial. Essa estrutura estabelece uma hierarquia quantitativa entre as informações, e entre as regiões. O agrupamento dos pontos, que representam as questões *da carga de poluentes* e *permeabilidade*, apresenta quase duas partes opostas e confirma a hipótese de que essas variáveis são percebidas e avaliadas como distintas. Em sentido horário, tem-se a primeira região ocupada prioritariamente pelos elementos relativos à *carga de poluentes*. A segunda zona, abaixo, concentra condições da *permeabilidade*. No entanto, pode-se perceber a separação dessa área em duas regiões distintas, formando uma subzona na parte inferior da projeção com elementos mais relacionados a impermeabilidade do solo, enquanto na parte região superior, concentram-se elementos mais relacionados a capacidade de infiltração da água no solo.

Todos os elementos relacionados à *carga de poluentes* estão localizados em uma região contígua, à direta da projeção. Nela se encontram as condições que contribuem negativamente para o impacto sobre a qualidade do ambiente fluvial, por exemplo, o aumento de sedimentos (Q.21), a ligação entre esgoto e drenagem pluvial (Q.38) e a poluição difusa (Q.39). A concentração desses elementos confirma uma região com avaliações negativas, percebidas por causar grandes impactos ambientais. Neste estudo, não foram apresentadas situações que pudesse contribuir positivamente para a carga de poluentes, pois isso seria elencar soluções projetuais ao invés das situações observadas na ocupação urbana das cidades brasileiras, distanciando-se do intuito da pesquisa.

Já a segunda região, contendo elementos da *permeabilidade*, se diferencia devido à avaliação diferente quanto ao grau do impacto. Se por um lado, uma sub-região agrupa as variáveis consideradas de impacto muito negativo (1) ou negativo

(2), por exemplo: a vegetação escassa (Q.18), a substituição da vegetação existente por uma exógena (Q. 49), a impermeabilização das margens (Q.57), a remoção da vegetação do rio (Q.53), dentre outras. Por outro lado, a sub-região na parte superior da projeção agrega fatores da *permeabilidade* de impacto mais positivos, como a maior visibilidade das margens (Q.41), a manutenção da vegetação ripária (Q.15), os recuos vegetados e respeitados (Q.30), a área de recuo com jardins (Q.13), dentre outros.

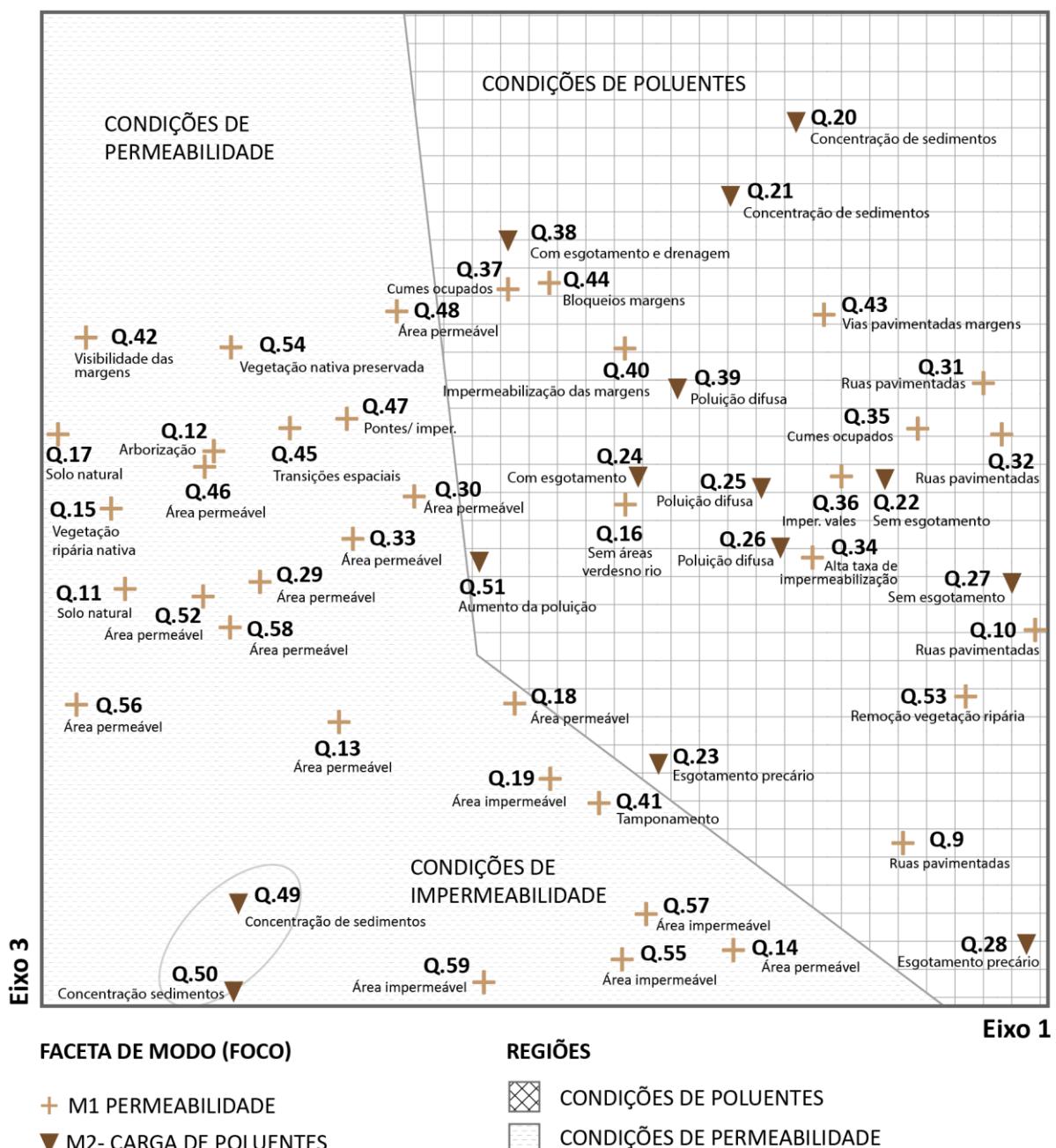
A distribuição de variáveis da *permeabilidade* no espaço ocupado pela *carga de poluentes* evidencia que determinados dados da permeabilidade são indissociáveis da carga de poluentes, podendo contribuir para seu aumento, como pode-se citar: a alta taxa de impermeabilização com pavimentação (Q.43, Q. 31, Q.32, Q.34); impermeabilização/fundos de lotes presentes nas margens do rio (Q.44); escassez de áreas verdes nas margens do rio (Q.16); alta taxa de impermeabilização/alta densidade em vales (Q.36). Essas questões podem sugerir situações de poluição difusa, despejo de efluentes domésticos e carreamento de sedimentos para os cursos d'água, consequentemente, podem causar a eutrofização ou alterações nos fluxos da água, na estrutura das margens ou na manutenção da biota local.

Nota-se que variáveis da *função*, da faceta *referente*, por vezes proporcionam agrupamentos entre as variáveis da *permeabilidade* e da *carga de poluentes*, como a impermeabilização/alta densidade no vale (Q.36) e esgoto precário / favela (Q.22); esgoto precário/favelas (Q.27) e ruas pavimentadas/favelas (Q.10). Outro ponto relevante trata-se do quesito Q.53, no qual o aspecto da *permeabilidade* na sentença foi mais correlacionado com a contribuição de *carga de poluentes*, ou seja, a remoção da vegetação ripária em situação de encosta é vista como prejudicial e, consequentemente, contribui para o aumento de sedimentos nos rios.

Nessa projeção, percebe-se que as questões Q.49 e Q.50 são *outliers*, previstas como variável de *carga de poluente*, porém compreendida como variável da *permeabilidade*. Entretanto, alguns fatores podem ter conduzido a essa identificação: ambas tratam do acúmulo de sedimentos no leito do rio, sendo que a primeira relaciona o acúmulo devido à construção de uma ponte, e a segunda questão trata de um rio poluído com a presença de barragem e desvio, que ao ter seu nível elevado, pode contribuir com a presença de sedimentos para o trecho pós barragem. Dessa

forma, a associação de aumento de nível do rio pode estar relacionada com a maior impermeabilidade das margens e consequente aumento de vazão.

Figura 15 – Projeção do Foco Permeabilidade e Carga de Poluentes - SSA (3D) dos eixos 1 e 3. Coeficiente de Alienação 0.217



### 5.1.4 A projeção da Faceta *Foco* tendo como variável externa a especialização dos respondentes

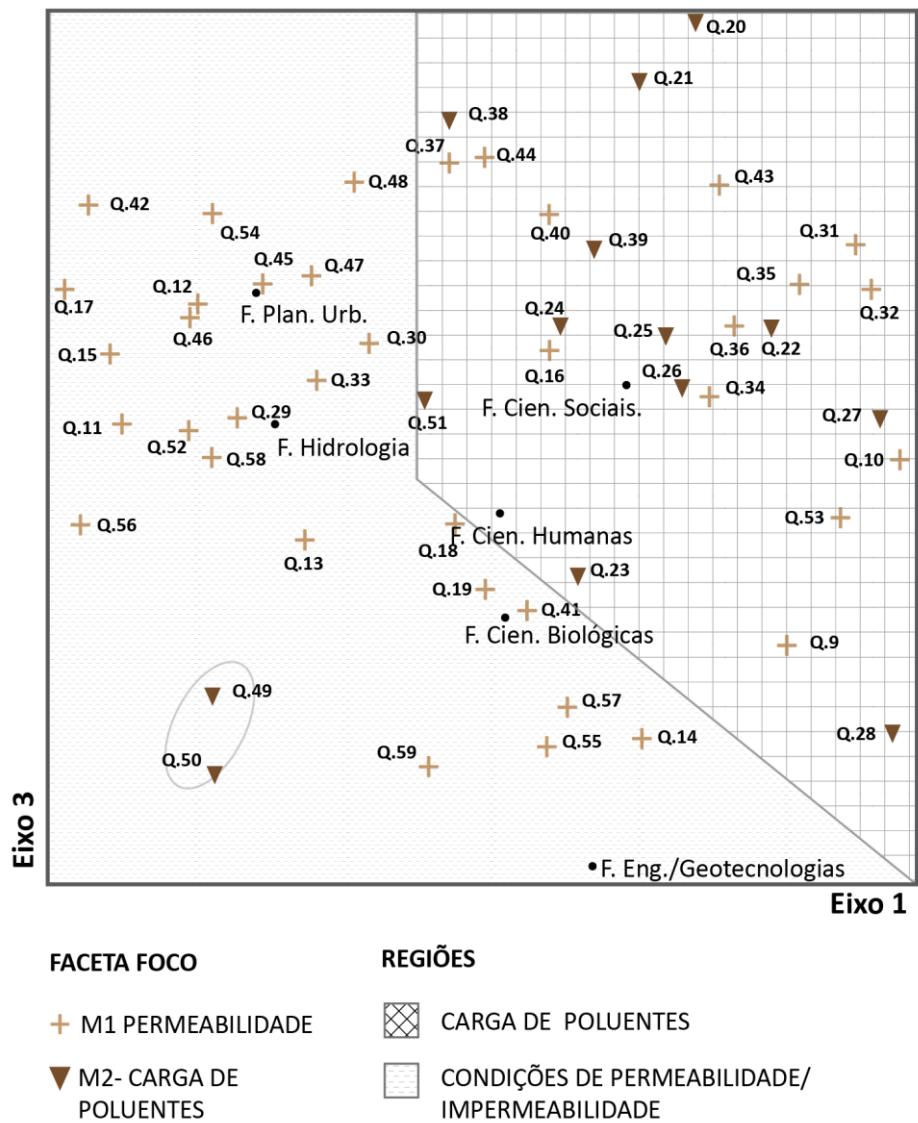
Para melhor entender a distribuição espacial com base na avaliação dos especialistas, recorre-se plotar a variável externa “área de formação” dos respondentes nas regiões de maiores contiguidades com as questões. De modo geral, pode-se dizer que todos os respondentes, exceto os de formação em Eng./Geotecnologias, teriam um grau de concordância, visto que todos se localizam na área central da projeção.

Percebe-se que os pontos tidos como positivos da *permeabilidade* estão espacialmente mais próximos das avaliações feitas por profissionais de Planejamento Urbano e Hidrologia. Os especialistas, com essas formações, tendem a avaliar mais positivamente algumas condições urbanas que afetam a qualidade dos ambientes fluviais, como a presença de recuos nos lotes com jardins, as áreas permeáveis, a densa arborização, o solo natural preservado e a preservação da vegetação nativa. Essas são vistas como caminhos positivos para melhorar as condições urbanas no trato das águas e das áreas de rios.

Por outro lado, os especialistas da área de engenharias e geotecnologias tendem a avaliar mais negativamente condições da *permeabilidade*, que causam impactos negativos para a qualidade dos corpos hídricos. Estes estão mais correlacionados, por exemplo, com questões que a mencionam impermeabilização e retificação das calhas de um rio ou córrego.

Seguindo esse mesmo raciocínio, os especialistas com formação nas ciências sociais e ciências humanas tendem a apresentar avaliações semelhantes aos quesitos relativos ao aumento das *cargas de poluentes*, encontram-se na primeira região identificada na projeção. Os engenheiros apresentam um padrão de respostas divergente e se localizam na parte periférica e inferior da projeção, mostram maior associação com avaliações negativas das condições que levam à impermeabilização do solo.

Figura 16 – Projeção da faceta foco com perfil de formação dos entrevistados.



### 5.1.5 Efeitos sobre domínios do ambiente fluvial conforme análise da projeção de SSA

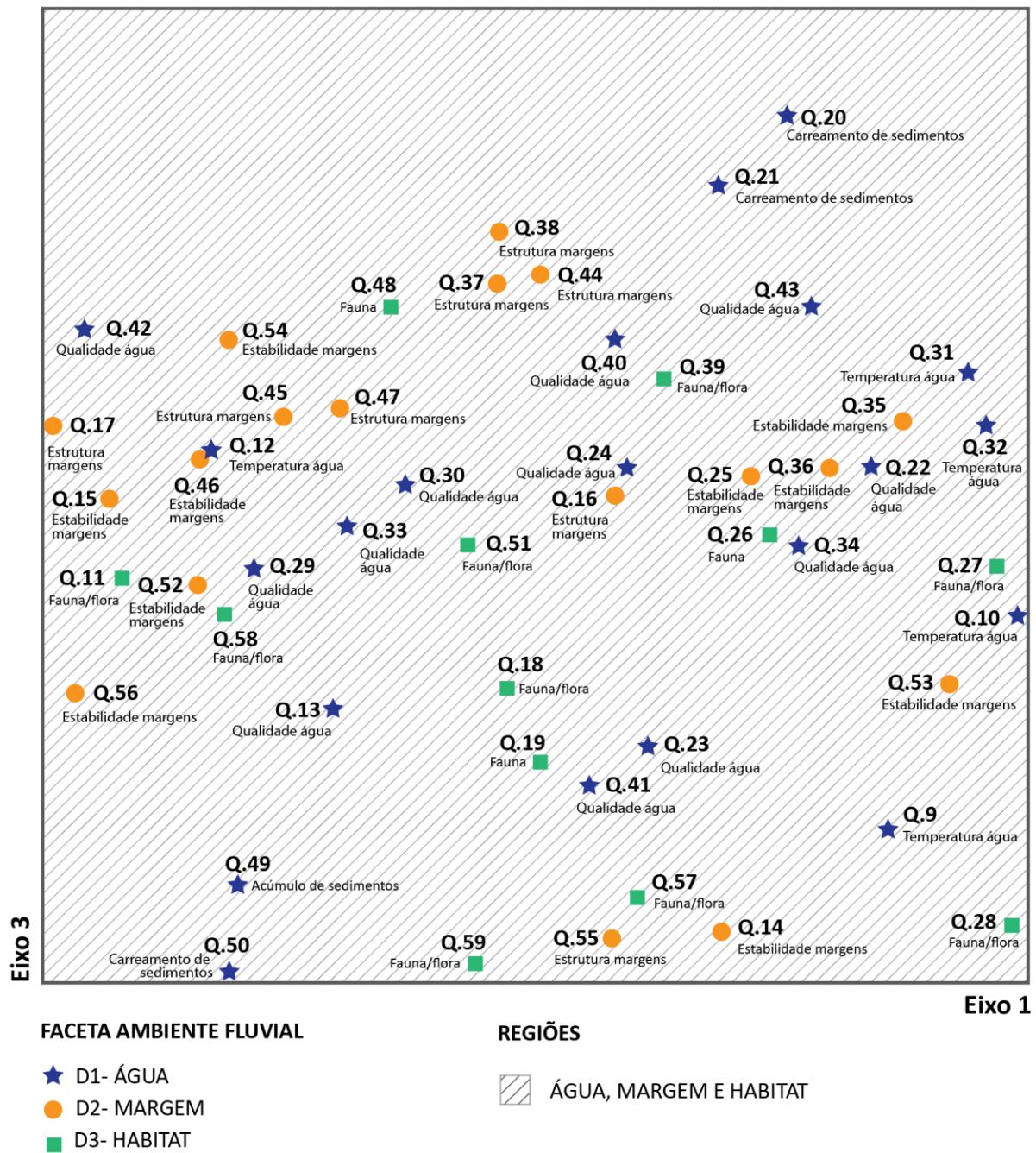
A distribuição das variáveis do *domínio* no espaço euclidiano, representados pelos eixos 1 e 3 (x,y), mostra que não existe uma estrutura organizacional claramente definida. De acordo com a Teoria das Facetas, a dimensão não apresenta uma configuração ordenada com níveis de hierarquia entre as informações, nem uma configuração polar, o que indicaria uma estrutura qualitativa dos dados.

Percebe-se, na Figura 17, que pontos da mesma variável parecem formar pequenas nucleações. Entretanto, estão sempre próximos de outras nucleações de variáveis, a título de exemplo, as questões Q.25, Q.36 e Q. 35 (as quais tratam de margem) estão próximas das questões Q.34, Q.22, Q. 32 e Q.31 (que tratam da qualidade da água e da temperatura). São pontos que apresentam alta correlação entre si e referem-se a algum impacto nas margens, que tem desdobramentos para a água ou o efeito contrário. O mesmo acontece com as questões Q.11, Q. 52, Q. 58 e Q.56, ou seja, efeitos sobre as margens atingem a qualidade das águas, consequentemente, a manutenção da fauna e flora.

Uma outra hipótese possível, na avaliação dessa projeção, seria a verificação do comportamento dos pontos localizados no centro da figura, o que poderia informar que algumas questões são vistas como mais centrais para avaliar os impactos na qualidade do ambiente fluvial. Entretanto, a análise das demais projeções anula essa hipótese.

Essas análises anteriores buscam entender o comportamento das respostas dos entrevistados, para refutar a sentença mapeadora. Vale ressaltar, sob à luz da teoria dos sistemas, apresentada na revisão da literatura, que a formulação da sentença mapeadora não previa encontrar uma ordem específica a respeitos dos impactos causados sobre o ambiente fluvial. Percebe-se que impactos causados são sistêmicos, e que é praticamente impossível analisa-los isoladamente, sem correlacionar que um impacto sobre a qualidade das águas atingirá a estrutura das margens e poderá trazer complicações para a manutenção da biota local.

Figura 17 – Projeção apresentando estrutura dos domínios dos ambientes fluviais - SSA (3D) dos eixos 1 e 3 Coeficiente de Alienação 0.217.



### 5.1.6 A projeção da Faceta *Domínio* tendo como variável externa a especialização dos respondentes

Além dessa análise, cabe citar o comportamento das variáveis em função dos perfis dos entrevistados. Tomar-se-á como principal elemento a formação dos mesmos sobre a projeção dos eixos 1 e 3 (ver Figura 18), bem como a correlação com valores positivos acima de 50. Essa leitura indica o nível de aproximação das questões entre os entrevistados e as variáveis da faceta qualidade do ambiente fluvial. A Figura 18 apresenta mapeada a área de influência das formações. Vale ressaltar que, por se tratar de uma projeção do espaço euclidiano, algumas questões aparecem distantes nessa projeção, enquanto em outras projeções já estão mais próximas.

O grupo de formação de planejadores urbanos tem uma correlação mais alta com questões que tratam das estruturas e estabilidades das margens, traduzidas nas questões Q.15, Q.17, Q.45, Q.46, Q.52, Q. 54. Há também correlação desse grupo com as questões relativas à água: Q.12, Q.33, Q.42. Todas elas apresentam um caráter mais positivo na avaliação.

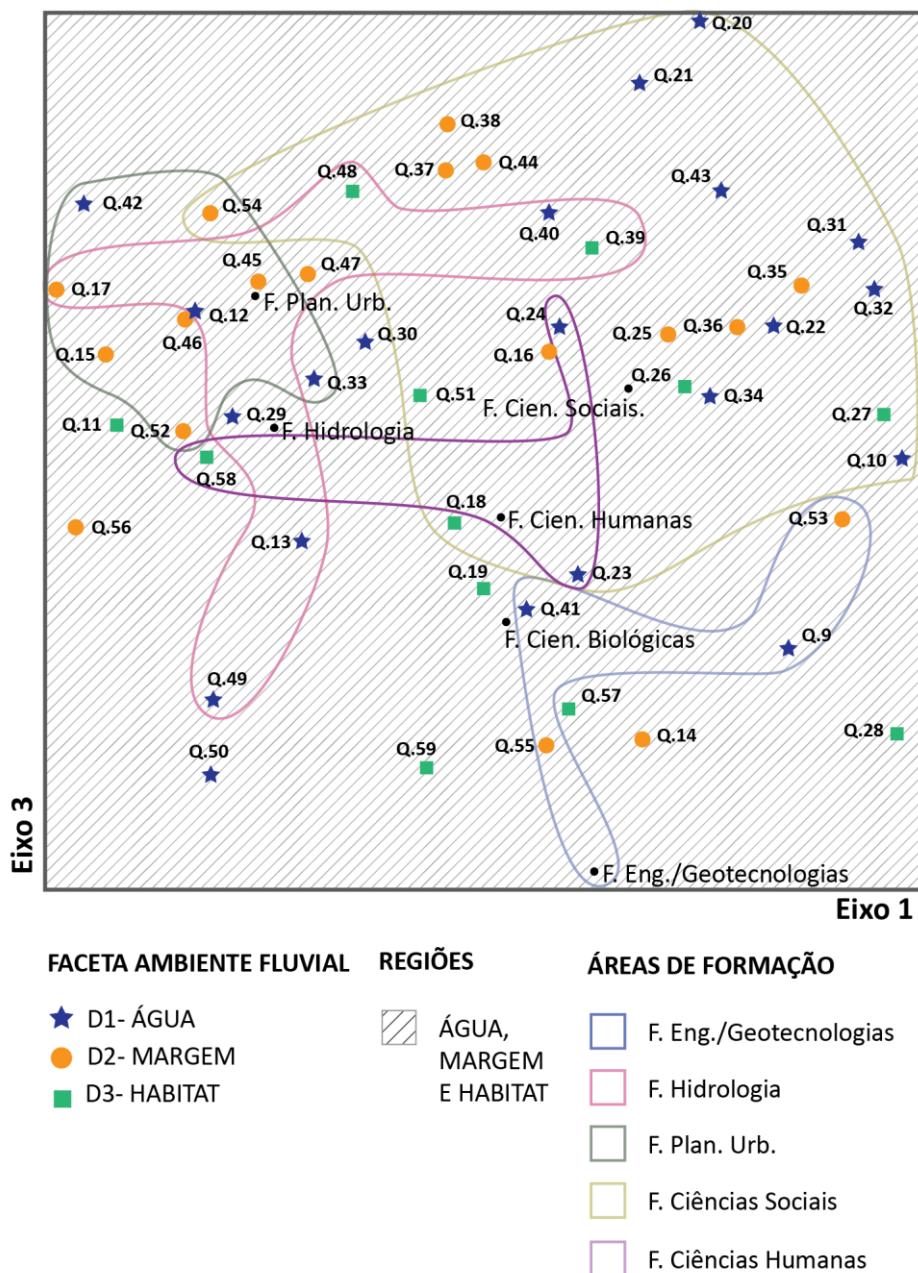
Já o grupo das Engenharias/Geotecnologias tem uma correlação maior com um menor número de questões, estando mais próximos das questões Q.9, Q.41, Q.53, Q.55, que tratam da qualidade da água e da estrutura das margens. Todas são questões que abordam impactos negativos e muitos negativos na qualidade do ambiente fluvial. Há uma predominância em concordar com os impactos mais diretos sobre o sistema hídrico.

O campo da Hidrologia apresenta uma variedade maior de aproximação com questões que tratam da água, das margens e do habitat (Q.12, Q.13, Q.17, Q.29, Q.39, Q.40, Q.47, Q.48, Q.49). A análise permite dizer que a formação dos entrevistados nessa área é a que possui uma abrangência mais integrada dos efeitos de impactos sobre a qualidade do ambiente fluvial, ou seja, os profissionais têm uma visão mais uniforme a respeito dessas temáticas.

O grupo das ciências sociais apresenta elevada correlação com diversas questões, um total de 28. Se entende que há uma convergência no pensamento dos membros desse grupo para as questões analisadas, são questões com diversos impactos nas águas, margens e habitat. O grupo das ciências humanas apresenta

maior correlação com as questões Q.23 e Q.24, sobre a qualidade das águas, e com a Q.58, a respeito da preservação da fauna/flora. Não foram encontradas correlações dentro dos mesmos critérios com o grupo de formação das ciências biológicas.

Figura 18 – Projeção de SSA (3D) relação entre Formação e faceta Domínio (D)



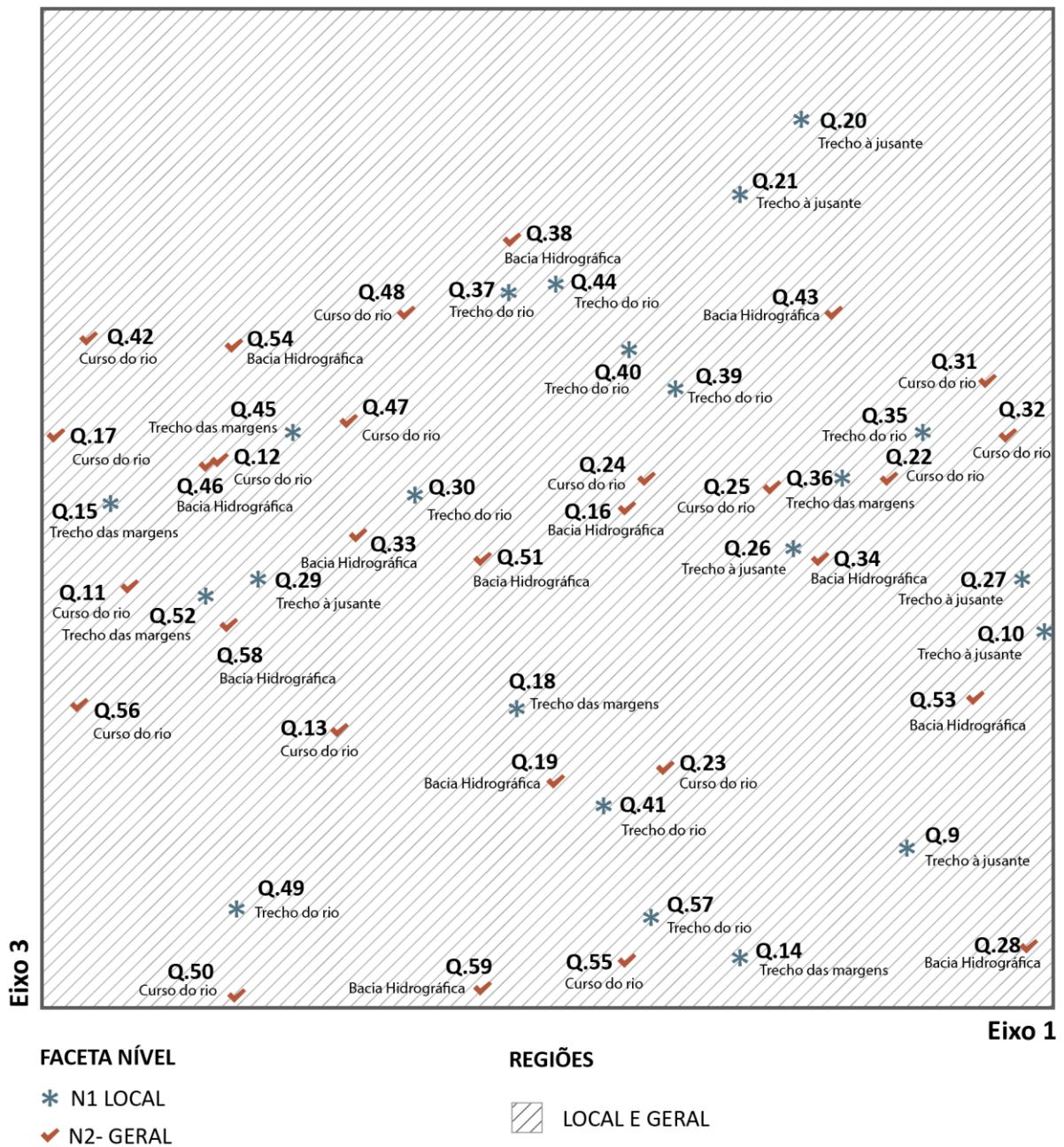
### 5.1.7 Análise do *nível* ou abrangência do impacto da ocupação urbana sobre o ambiente fluvial conforme projeção de SSA

A projeção da faceta *nível* não apresenta uma estrutura clara, nem ordenada das variáveis que tratam dos níveis de abrangência do impacto da ocupação urbana sobre a qualidade das águas. Pode-se notar que as variáveis estão misturadas ao longo da projeção, é possível ver questões de nível local e geral tanto na periferia quanto na parte central da projeção. Não há presença de questões centrais pertencentes a algum elemento definido da faceta *nível*.

Diante da projeção, há dificuldade em avaliar a percepção de efeitos em nível local e geral. Isso ocorre porque os efeitos que impactam um corpo hídrico, mesmo sendo de caráter local, trarão consequências para demais áreas ao longo do curso d'água ou ao longo de toda a extensão da margem, principalmente quando o impacto ocorre a jusante. Se o impacto é considerado de força maior, então seu efeito também será maior sobre todos os elementos que envolvem o curso d'água. Ainda existe a possibilidade dos impactos locais serem considerados impactos cumulativos, o que potencializa os efeitos sobre a escala geral.

Ademais, reconhece-se, no processo de estruturação das questões, dificuldade em precisar o nível de abrangência dos impactos, o que pode ter conduzido o resultado final de ausência de estrutura desta faceta. Reconhece-se também que seria necessária uma definição mais objetiva do cenário avaliado, por exemplo, informações a respeito da extensão ou profundidade do curso d'água, a abrangência territorial da bacia hidrográfica ou do seu traçado. Esses elementos poderiam permitir avaliação mais precisa dos níveis de impacto.

Figura 19 – Projeção sobre abrangência do impacto da ocupação urbana sobre o ambiente fluvial - de SSA (3D) dos eixos 1 e 3. Coeficiente de Alienação 0.217



## 5.2 Discussão dos resultados do conjunto de projeções

A busca por desenvolver um sistema de avaliação, sensível para captar as condições da ocupação urbana e seus efeitos na natureza, tem levado a metodologias complexas e principalmente extensas. Existe a tendência de reunir uma coleção de inúmeras variáveis e, seguindo o mesmo objetivo, buscar compreender todos os possíveis tipos de impacto. O desafio de captar esta complexa e multivariada relação pede por exercício teórico, visando identificar uma hierarquia entre estes inúmeros elementos e, principalmente, suas possíveis relações causais. Ademais, as análises causais bivariadas utilizadas em procedimentos estatísticos usuais em outras ciências, nas quais se avalia o efeito de uma variável x ou y, pecam por não considerar a interação entre diversas dimensões em um fenômeno ambiental.

A Teoria das Facetas possibilita a avaliação da estrutura de variáveis, permitindo um conhecimento integrado e holístico sobre o fenômeno estudado. Outra vantagem, face à complexidade de relações, é o estabelecimento prévio do campo de estudo, seus componentes e relações, ficando claro o que será estudado, bem como a decisão de deixar outros aspectos de fora. Diante do recorte desta pesquisa, foi estabelecido o conjunto de facetas que permitisse entender qual a relação atual, nas cidades brasileiras, entre os padrões de ocupação urbana com a conservação ou com a possibilidade de restauração dos rios urbanos. Afinal, cria-se, a partir dessa estrutura, um formulário bastante abrangente de condições. Contudo nem todas as particularidades das situações podem ser definidas claramente nas proposições.

Os resultados analisam o conjunto de dados coletados e suas correlações estatísticas através de sua organização no espaço euclidiano permitindo refletir a teoria estabelecida que fundamenta a pesquisa. Assim, as projeções foram avaliadas individualmente sob a luz do pensamento sistêmico e do urbanismo ecológico. Esta discussão geral apresenta uma síntese sobre a projeção de cada faceta e apresenta uma análise sobre o conjunto das projeções. A estrutura das facetas, explicada anteriormente, confirma não haver uma homogeneidade na avaliação dos impactos urbanos sobre o ambiente fluvial.

A projeção da faceta *domínio* apresenta uma relação hierárquica entre as variáveis *espaço*, *forma* e *função*. Nesta, percebe-se que a variável *espaço* é vista

como tendo características mais gerais, localizadas no centro, e que desempenham menor impacto sobre os sistemas. Na periferia dessa projeção estão as variáveis da *função*, que possuem maior impacto e se apresentam como específicas. Ao redor do centro tem-se as variáveis *forma* e *função*, não foram prevista na sentença mapeadora com essa organização. No entanto, representam parâmetros das duas variáveis que se correlacionam e desempenham algum impacto considerável, positivo ou negativo.

A projeção *foco* demonstra que as duas variáveis *permeabilidade* e *carga de poluentes* são vistas quase como elementos diversos, organizados de maneira hierárquica, na qual a *carga de poluentes* desempenha maior impacto sobre o ambiente fluvial e pode estar associada a algumas variáveis da *permeabilidade*. Na diagonal oposta, percebe-se um arranjo da variável *permeabilidade* em aspectos positivos, na parte superior da projeção, e aspectos negativos da permeabilidade (ou impermeabilidade), na parte inferior da mesma.

As facetas *domínio* e *nível* não apresentaram uma estrutura clara e ordenada. A primeira representa variáveis do *ambiente fluvial*, sem uma estrutura hierárquica definida e com correlações entre as diferentes variáveis, o que evidencia uma relação sistêmica elas. Por outro lado, na segunda, esperava-se encontrar alguma precisão nos níveis de abrangência, o que se mostrou difícil, devido à falta de definições mais detalhadas dos cenários apresentados. Contudo, se conclui que essa dificuldade não atrapalha a análise dos resultados, vez que muitos impactos não se restringem a um nível local somente, mas também apresentam consequências para outros níveis de organização dos sistemas e podem ter caráter cumulativo.

Para entender como a projeção de uma faceta se sobrepõe às demais, é preciso analisar o comportamento que impera em uma projeção e influencia em uma ou demais projeções. A sentença mapeadora prevê que a faceta *foco* deve apresentar características da qualidade da ocupação urbana determinantes para a causa dos impactos, ou seja, modular o sentido da faceta *domínio*. Nessa é notável o agrupamento dos aspectos positivos e negativos, conforme acontece com a projeção da faceta *foco*. Aspectos negativos estão concentrados à direita e na parte inferior da projeção, enquanto os aspectos positivos estão localizados ao lado esquerdo (ver Figura 20). Conclui-se que a faceta *foco* confirma a hipótese estabelecida na sentença mapeadora, de as duas variáveis (*permeabilidade* e *carga de poluentes*) exercem

influência sobre a qualidade do ambiente fluvial e modula o resultado da faceta *domínio*.

Buscou-se entender, na análise das projeções, como os diferentes profissionais especialistas na área avaliam a importância dos impactos resultantes das condições apresentadas, visando lançar luz sobre as relações mais impactantes. O comportamento dos diferentes perfis dos entrevistados, plotados nas dimensões apresentadas, evidencia a complexidade do tema abordado. Entende-se que existe uma visão bastante ampla e, por vezes, divergente entre diferentes campos do conhecimento que atuam no planejamento urbano, o que torna necessário uma maior abertura de discussão sobre a restauração de rios urbanos de modo interdisciplinar e transdisciplinar, com diferentes setores da sociedade.

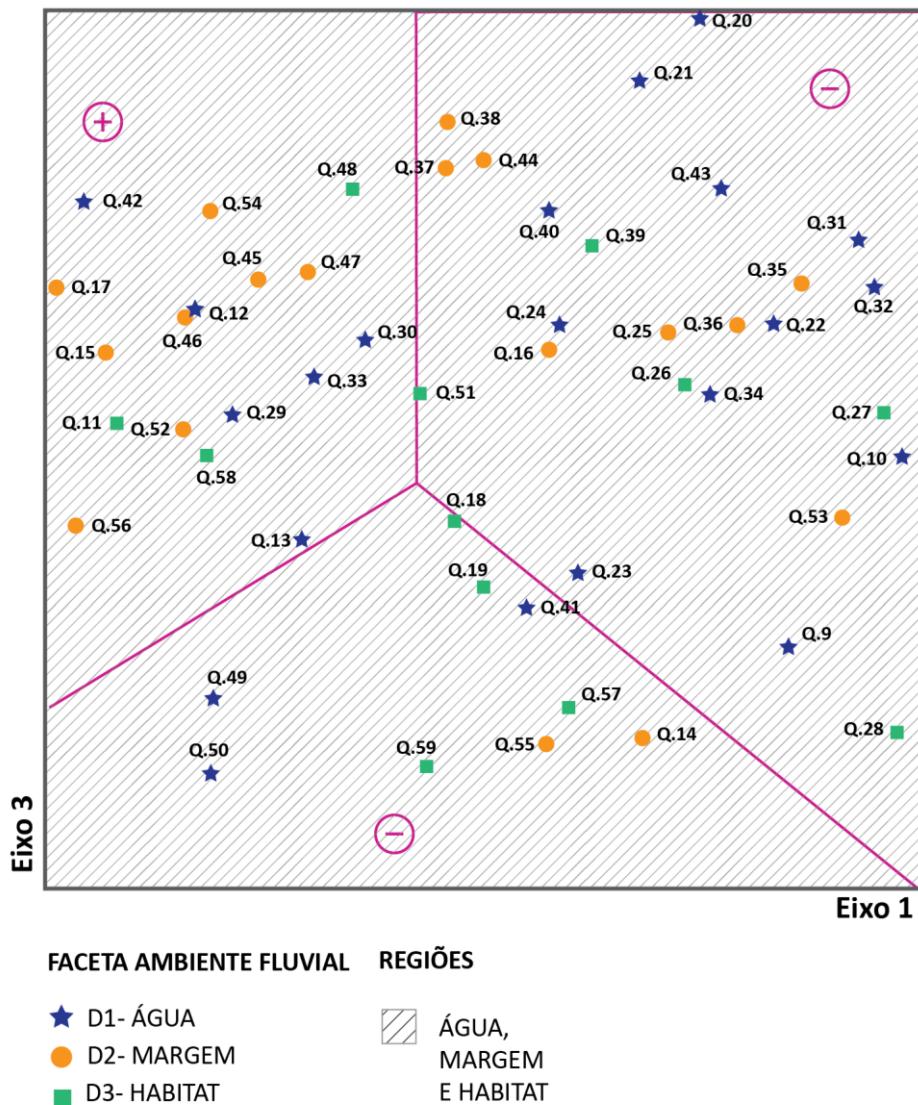
A observação do conjunto de variáveis permite dizer que as estruturas da ocupação urbana - *função, forma/função e espaço* - desempenham uma estrutura hierárquica e dominante, com características quantitativas, que podem ser mensuradas dentro de todo o sistema. Entretanto, dadas as circunstâncias da realidade das cidades brasileiras, grandes disparidades sociais representadas na constituição do espaço urbano, a variável *função* é vista pelo corpo técnico como o elemento mais específico para o impacto nos corpos hídricos, e a *forma e função* é vista como uma região mais intermediária.

Por sua vez, a faceta *foco* desempenha um papel hierárquico sobre o espaço urbano, bem como a significância do impacto gerado, confirmando a base conceitual desta pesquisa. As características socioeconômicas e do uso específico foram moduladas nas sentenças pela presença ou não de infraestrutura, entretanto a atribuição de características de impacto majoritariamente negativo é atribuída às favelas, mesmo que essas possuam alguma infraestrutura ou tenham passado por intervenções urbanas

As facetas *domínio* e *nível* revelam uma correlação entre diferentes variáveis, confirmando a base conceitual do pensamento sistêmico que envolve intrínseca relação entre variáveis do meio natural e do meio urbano. Isso significa que os efeitos causados pelos impactos da ocupação urbana têm desdobramentos em diversos

elementos que compõem um corpo hídrico, bem como impactam simultaneamente diversas escalas territoriais, em maior ou menor grau.

Figura 20 – Sobreposição das regiões da faceta foco sobre a projeção da faceta domínio.



### 5.3 Diretrizes para a construção de sistema de indicadores sobre a ocupação urbana ao longo de rios

A partir do pensamento sistêmico, comprehende-se que a cidade é um sistema composto por diversas partes que interagem constantemente entre si, através das trocas de energias, fluxos e matérias. Isto posto, a hipótese a respeito da faceta referente considerava que as três variáveis deveriam se articular de tal modo que não houvesse hierarquia quantitativa entre elas.

Entretanto, essa hipótese considerava um cenário ideal para as condições de qualidade dos rios urbanos. A leitura das respostas dos especialistas, através das projeções, evidenciou que a produção das cidades brasileiras ainda precisa avançar muito para se alcançar um estado de harmonia entre ocupação e rios urbanos.

Se pretende, nesta seção, levantar as diretrizes para a construção de sistemas de indicadores que avaliem a ocupação urbana para proporcionar melhores qualidades para o ambiente fluvial. Para isso, se apoia em na discussão teórica e conceitual abordada anteriormente, nas variáveis analisadas nos sistemas de indicadores levantados e nos resultados obtidos a partir das projeções das facetas.

Os processos de formulação de indicadores, projetos e intervenções em rios urbanos precisam ser sistêmicos e envolver profissionais com formações variadas, atuando de modo transdisciplinar na busca por melhores alternativas de manejo das águas e produção do espaço. Os indicadores devem ser utilizados para acompanhar as condições dos rios urbanos, antes e após as transformações decorrentes de ocupações e possibilitar o contínuo aprimoramento e manutenção de condições harmônicas entre ambiente natural e ambiente construído. Além disso, vale ressaltar que devem passar por constantes processos de revisão dos critérios utilizados para averiguar a eficiência e necessidade do indicador em diversos contextos.

Na Tabela 9 são traçadas diretrizes relacionadas com os aspectos da forma, da função e do espaço referentes à ocupação urbana. Portanto, essas variáveis são combinadas entre si, buscando uma articulação qualitativa entre ela. Cabe observar que as condições das ocupações urbanas são impactadas por outras variáveis não consideradas no recorte empírico desta pesquisa, por exemplo, os processos políticos e de gestão dos recursos hídricos e do espaço urbano.

Define-se que o agrupamento de duas variáveis condiz a um aspecto do problema e dele são traçados objetivos. Logo, do aspecto *espaço* e *forma* tem-se o objetivo de “inserir ambientalmente o rio no tecido urbano devendo considerar os aspectos emocionais e sensoriais”, na qual devem ser consideradas diretrizes que correspondam a significação do espaço a partir de qualidades estéticas que podem ser atribuídas ao rio. O objetivo do aspecto *espaço* e *função* é “inserir ambientalmente o rio no tecido urbano devendo considerar funções do espaço urbano”, ou seja,

corresponde também a significação do espaço a partir da função que ele pode desempenhar para as necessidades da sociedade. Por fim, os aspectos da *forma* e *função* têm como objetivos “qualificar a infraestrutura urbana, considerando o cuidado com o rio e o crescimento da ocupação urbana” e “qualificar o espaço urbano nas proximidades do rio e na bacia hidrográfica”, os quais tratam de aspectos relativos à função do espaço, associados à qualidade de suas infraestruturas, além de tratar da função em relação ao desenho urbano.

Tabela 9 – Diretrizes para a construção de novos indicadores da qualidade de ocupação urbana e sua influencia para a qualidade da avaliação de rios urbanos.(continua)

<b>Aspectos</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Diretrizes</b>
Espaço e Forma	Inserir ambientalmente o rio no tecido urbano devendo considerar os aspectos emocionais e sensoriais	Avaliar a presença e implantação de vegetação nativa ao longo das margens, bem como zelar pela manutenção, preservação e qualidade da vegetação ripária;
		As medições de temperatura devem ser analisadas ao longo das diferentes ocupações urbanas, das margens do rio e das águas;
		A expansão da área verde ao longo das margens do rio deve ser avaliada no sentido longitudinal e transversal às margens, bem como a expansão das áreas verdes no interior da bacia hidrográfica de forma a reter e infiltrar as águas pluviais no solo;
		Avaliar a taxa de expansão da rede de parques urbanos arborizados ao longo dos rios. Esses parques devem funcionar como bolsões de biodiversidade dentro da urbe e estimular o convívio da população com os rios;
		Avaliar a taxa de ocupações irregulares às margens do rio para impedir o bloqueio visual do rio e a remoção da vegetação ripária;
		Mapear e caracterizar as áreas onde há aproximação e contato das pessoas com o rio, bem como as áreas com potenciais paisagísticos do rio na cidade;
Espaço e Função	Inserir ambientalmente o rio no tecido urbano devendo considerar funções do espaço urbano	Avaliar a percepção pública sobre as características estéticas e ambientais dos rios, bem como os possíveis riscos dos padrões físicos de ocupação;
		Identificar atividades de lazer, esportivas, religiosas e culturais utilizando as águas ou as margens dos rios. Relação afetiva das pessoas através de ações concretas.
		Analizar as relações de proximidade do rio com bairros com diversidade de ocupação (com uso misto, residencial, diferentes faixas de renda) e possibilidade de conexões entre os bairros;
		Analizar a conectividade entre as margens considerando a escala do pedestre e de diferentes modais;
		Identificar as relações entre edificações existentes nas margens com o rio, bem como seu caráter público ou privativo. Essas edificações podem se tornar elementos promotores de uso em possíveis projetos de restauração;
		Identificar e mapear a extensão de rio entubado, ou com leito impermeabilizado, presença de odores e poluição visível ao longo do rio;

	<p><u>Qualificar os espaços livres existentes ao longo do rio (estado de conservação/ salubridade/ segurança/ permeabilidade)</u></p> <p><u>Identificar e mapear as atividades comerciais ou de transporte utilizando as águas do rio.</u></p>
	<p><u>Quantificar e comparar os investimentos em obras de macrodrenagem e retificação; drenagem urbana com investimentos em obras de medidas compensatórias que reduzam a velocidade das águas e aumentem o potencial drenante do solo;</u></p>
	<p><u>Mensurar os investimentos realizados com ampliação da rede de esgotamento sanitário; priorização dos sistemas de separação absoluta da rede de esgoto e drenagem pluvial; e implantação de sistemas descentralizados;</u></p>
	<p><u>Mensurar e avaliar os investimentos públicos em habitação e remoção de população em zonas de risco (considerando ocupações às margens dos rios e em encostas)</u></p>
	<p><u>Mensurar e avaliar os investimentos em recuperação de vegetação ciliar;</u></p>
	<p><u>Identificar e mapear as taxas de doenças de veiculação hídrica;</u></p>
	<p><u>Identificar o percentual de esgoto coletado e tratado, bem como o esgoto não tratado lançado em corpos receptores;</u></p>
	<p><u>Avaliar e mensurar o percentual de domicílios com acesso à rede de esgoto e com acesso à água potável;</u></p>
	<p><u>Identificar e mapear tubulações de drenagem pluvial e esgoto sanitários ligados diretamente ao corpo do rio;</u></p>
	<p><u>Averiguar as taxa de áreas pavimentadas e tipos de revestimento utilizado nas ocupações e bacia hidrográfica;</u></p>
	<p><u>Avaliar o percentual de solo natural drenante e área verde existentes nos bairros e na bacia hidrográfica, principalmente, nas regiões próximas do leito do rio.</u></p>
	<p><u>Identificar e mapear os principais usos do solo ao longo do rio urbano, o percentual de ocupação desses usos na bacia hidrográfica, bem como averiguar o perfil social que compõe a bacia e os padrões de ocupação do solo;</u></p>
	<p><u>Verificar a taxa média de área permeável das ruas e vias nas bacias hidrográficas, bem como Identificar e mapear ruas e avenidas com potencial de transformação para alterar os padrões de drenagem e escoamento das águas, permitindo maior infiltração das águas pluviais;</u></p>
	<p><u>Verificar a taxa média de área permeável dos lotes nos bairros e na bacia hidrográfica, bem como as dimensões médias dos lotes;</u></p>
	<p><u>Averiguar o percentual de densidade construída e populacional da bacia hidrográfica de modo a manter um equilíbrio entre área ocupada e área permeável. A densidade deve ser analisada em conjunto com a topografia da bacia, para identificar os percentuais nas áreas de cume, encosta e vale;</u></p>
	<p><u>Avaliar o padrão de desenho da malha urbana bem como a proximidade das margens do rio;</u></p>
	<p><u>Identificar áreas livres ao longo do rio e da bacia que permitam a implantação de medidas compensatórias;</u></p>
	<p><u>Identificar trechos das margens que necessitam de estabilização, bem como suas possíveis causas e alternativas de contenção;</u></p>
	<p><u>Mapear e identificar a forma do espaço construído (altura das edificações, largura e comprimento das edificações e distância para o rio).</u></p>
Forma e Função	
	<p><u>Qualificar a infraestrutura urbana, considerando o cuidado com o rio e o crescimento da ocupação urbana.</u></p>
	<p><u>Qualificar o espaço urbano nas proximidades do rio e na bacia hidrográfica</u></p>

Fonte: Elaboração do autor

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Indicadores urbanos ambientais são ferramentas com potencial para orientar políticas públicas, gestão de recursos e formulação de projetos com mais capacidade de resolução de problemas. No Brasil, a aplicação desses instrumentos é recente e tem se mostrado como um vasto campo ainda a ser explorado, principalmente no que tange a monitoração da degradação de rios urbanos. Como visto anteriormente, o conjunto de indicadores deve permitir operacionalizar um fenômeno ou um conceito abstrato e, portanto, sua construção demanda um panorama amplo daquilo que se pretende avaliar.

O fenômeno estudado nesta pesquisa foi a degradação de rios urbanos nas cidades brasileiras e a mudança de paradigma na relação do ambiente construído (cidade) com o ambiente natural (rio). O conceito abstrato apresentado foi o do pensamento sistêmico, que se traduz na contemporaneidade como o urbanismo ecológico, tanto em aspectos práticos quanto conceituais. Áreas urbanas são constituídas de partes interligadas - serviços de provisão, de regulação e culturais - as quais estão em constantes interações e são dependentes dos serviços de suporte. Esse último é responsável pela criação de toda a estrutura da superfície terrestre necessárias para o desenvolvimento das atividades humanas.

No entanto, a cidade demanda grande fluxo de matéria e energia para garantir seu funcionamento, o que gera tensões ambientais e põe em risco a própria sobrevivência humana. A previsão das grandes agências governamentais é de que a população urbana irá duplicar até 2050, no Brasil isso terá consequências para os recursos naturais, principalmente a água devido ao aumento do uso consuntivo. A Nova Agenda Urbana e a Agenda 21 assinalam a emergência de uma urbanização que compreenda os serviços ecossistêmicos e favoreça o surgimento de meios e manutenção dos fluxos de energia e matéria em harmonia. Desse modo, seria possível aproveitar o fenômeno da urbanização como um motor do crescimento econômico sustentado e inclusivo, do desenvolvimento social e cultural e da proteção ambiental. Esse é um desafio urgente para as relações entre ocupação urbana e conservação de rios no Brasil.

A pesquisa iniciou perguntando-se como os elementos da ocupação urbana estão articulados e causam impactos sobre os rios. Para isso, o objetivo geral propôs traçar diretrizes para a construção de um conjunto de indicadores, pautados na ocupação urbana, com foco em avaliar a conservação e restauração de rios urbanos. O resultado desse objetivo foi alcançado e apresentado na seção 5.3, em uma lista composta por 32 diretrizes, as quais relacionam os aspectos da ocupação urbana entre si, para identificar condições que impactam a qualidade dos rios urbanos. Ademais, os objetivos específicos da pesquisa também foram atingidos e serviram de alicerce para a exploração realizada.

Tão importante quanto alcançar o objetivo geral, foi o percurso metodológico aplicado para delinear as diretrizes e, assim, responder as perguntas definidas no início desta pesquisa. Para contextualizar e entender o fenômeno estudado, o referencial teórico acerca da degradação de sistemas fluviais foi de suma importância, a extensa pesquisa bibliográfica contribuiu na identificação das principais facetas da degradação de corpos hídricos em ambientes urbanos. Isso porque, permitiu estabelecer as relações entre cada uma das facetas que envolvem o problema. Foi amplamente discutido o fato dos rios urbanos serem transformados em espaços degradados nas cidades brasileiras, devido aos padrões de ocupação, pautados num modelo econômico de desenvolvimento no qual prevalecem ideais higienistas.

O recorte da pesquisa reconhece que o marco legal e institucional do país é bastante amplo, porém não se aprofunda numa análise crítica de tais aspectos legais e dos seus possíveis rebatimentos na gestão dos recursos hídricos e do espaço urbano. Afinal, deixa-se claro que o interesse aqui consiste em analisar os impactos dos padrões da ocupação urbana sobre a qualidade do ambiente fluvial.

No que consiste a construção de diretrizes para os indicadores, foram identificados os possíveis usos e aplicabilidade dessa ferramenta no campo ambiental e urbano. Posteriormente, foram esclarecidos os principais pressupostos para a sua formulação, a partir da bibliografia específica do tema. Recentes sistemas de indicadores que avaliam as condições de degradação, conservação e restauração de rios urbanos foram estudados, primeiro para se entender a estrutura desses conjuntos e sua abrangência frente à problemática, segundo para justificar a demanda por critérios mais abrangentes da ocupação urbana na composição desses.

Vale ressaltar que a sistematização de indicadores requer um processo que demanda tempo e interdisciplinaridade para uma construção sólida de todos os critérios a serem avaliados. Dentre as propostas mais completas analisadas destaca-se: *Indicadores de Sustentabilidade Ambiental para o Ambiente Urbano*, elaborado pela Secretaria de Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia em conjunto com a UFBA. Além de apresentar uma vasta gama de indicadores, elaborados por equipe interdisciplinar, este instrumento prevê fases para a construção do sistema, tendo em vista a disponibilidade de informações em bancos de dados de instituições governamentais e grupos de pesquisa.

A literatura especializada relatou que podem ser aplicados diversos métodos na construção de indicadores. A coleta de dados é uma das fases mais importantes para esse processo, pois pode expor o pesquisador a inadequadas formulações teóricas. Desse modo, elegeu-se trabalhar com a Teoria das Facetas, metateoria que ajuda a formular e testar hipóteses empiricamente. A sua aplicação se mostrou eficiente para o desenvolvimento da pesquisa, afinal, foi possível delinear a relação entre as diferentes facetas do problema, para investigar de que forma os elementos da ocupação urbana podem se articular para causar impactos sobre os rios urbanos. A partir da TF foi possível estruturar o questionário aplicado, obtendo retorno de 35 especialistas com diferentes formações e experiências a respeito do tema. O modelo estatístico empregado na análise dos dados foi o da Análise de Estruturas de Similaridades, ou SSA, o qual permitiu a avaliação holística das respostas, a partir da interação entre diversas dimensões do fenômeno estudado.

Embora a necessidade de recorte da abrangência do tema tenha suprimido particularidades de alguns dados, como características físicas dos cursos d'água, observa-se que foi obtido um formulário bastante abrangente de condições urbanas que impactam a qualidade de rios. Assim, considera-se que a estrutura de análise se mostrou útil para a construção das diretrizes, pois colaborou como mecanismo para avaliação de questões urbano-ambientais e avaliação da visão de diferentes especialistas acerca do tema.

A análise de SSA contribuiu no seguinte entendimento: quando se trata das questões relativas ao ambiente fluvial, a visão dos especialistas é considerada sistêmica. As propriedades e impactos nas partes que compõem os rios são vistos

como propriedades e impactos em um todo, ou seja, são elementos em constante interação. No entanto, a visão dos especialistas sobre a ocupação urbana sugere uma estrutura hierárquica que define elementos prioritários e outros de cunho geral, como é o caso das relações espaciais. A visão divergente entre diferentes campos do conhecimento que atuam no planejamento urbano levanta questionamentos sobre as soluções que têm sido adotadas nas cidades brasileiras. As projeções mostram que enquanto as formações das engenharias/geotecnologias tendem a concordar com as questões mais negativas e muitas vezes de caráter tecnicistas, as formações de planejadores urbanos e hidrologia tendem a concordar com as questões que tratam de alternativas que minimizam os impactos gerados pelas ocupações e que estão voltadas à aspectos espaciais. Não se pretende afirmar aqui que se trata de uma questão das bases da formação profissional de uma ou outra área específica. No entanto, evidencia-se a necessidade de maior interdisciplinaridade ao se tratar da temática envolvendo rios urbanos, seja ela teórica-metodológico ou técnica, de modo a alcançar ações mais transdisciplinares.

As diretrizes traçadas buscam reverter esse cenário, assim como, procuram compreender que os aspectos espaciais interferem na forma e na função e são importantes para assegurar que a população perceba o valor agregado ao ambiente fluvial. A presente pesquisa comprehende, desde o princípio, que o produto a ser alcançado não corresponde a uma sistematização de indicadores, nem tinha pretensões de ser. Trata-se de um caminho apresentado para identificar relações entre as partes do fenômeno, levantar hipóteses e validar conceitos de modo empírico.

Ademais, pode-se dizer que esta pesquisa se coloca como inovadora ao utilizar a Teoria das Facetas na avaliação de impactos urbanos ambientais e como percurso para o desenvolvimento de indicadores. Ademais, o caminho apresentado se abre para novos desdobramentos, ainda pertinentes à construção do sistema de indicadores: identificar informações já disponíveis em bancos de dados de instituições governamentais; articular os dados existentes entre si para alcançar os objetivos equivalentes e testar a aplicação dos indicadores em situações reais (em uma bacia hidrográfica ou um rio), a fim de validar a proposta e verificar sua viabilidade.

Entende-se, também, a necessidade de ampliar o possível escopo de indicadores para outros componentes, por exemplo, a gestão dos recursos hídricos

no nível municipal e associá-lo a indicadores já existentes que tratam da qualidade das águas. Outro ponto importante a ser explorado é a tradução dos indicadores em índices, gráficos e esquemas que facilitem um maior alcance das informações pela sociedade e, assim, possam servir de instrumentos de conscientização ambiental.

Por fim, esta pesquisa buscou ressaltar a necessidade de se observar a degradação de rios urbanos a partir de diferentes facetas, visando melhor entender os efeitos da ocupação urbana. Os resultados apontam para a necessidade de se desenvolver uma compatibilização de percepções. A partir do pensamento sistêmico, contribuiu-se com a proposta de diretrizes para a identificação de indicadores fundamentadas na percepção de que as únicas transformações viáveis são aquelas que permitam alcançar uma condição de respeito e harmonia entre o ambiente construído – a cidade- e o ambiente natural - o rio.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Atlas esgotos:** despoluição de bacias hidrográficas. Brasília: ANA, 2017. 1-92 p. ISBN ISBN: 978-85-8210-050-9.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Conjuntura dos recursos hídricos do Brasil 2017 - Relatório Pleno.** Brasília: ANA, 2017.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Manual de usos consuntivos de água no Brasil.** Brasília: ANA, 2019. 75 p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Média da série disponível entre 2001-2016 do Índice de Qualidade das Águas no Brasil.** Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <<http://portal1.snrh.gov.br/ana/apps/webappviewer/index.html?id=b3d9cbc0b05b466a9cb4c014eba748b3>>. Acesso em: 05 maio 2019.
- ALCAMO, J. et al. **Ecosystems and human well-being:** a framework for assessment. Washington: Island Press, 2003.
- ALENCAR, A. K. B. D. **Urbanismo sensível às águas:** o paradigma da sustentabilidade na concepção de projetos para recuperação de rios urbanos. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Urbano) - Universidade Federal de Pernambuco. ed. Recife: [s.n.], 2016. 294 p.
- ALVIM, A. T. B. Direito à cidade e ao ambiente na metrópole contemporânea: o projeto "Cantinho do Céu" na represa Billings, São Paulo. **Arquitextos**, São Paulo, Jul 2011. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/12.135/4015>>. Acesso em: 2016 Jul 18.
- ALVIM, A. T. B.; COLLET BRUNA, G.; COSTA KATO, R. Políticas ambientais e urbanas em áreas de mananciais: interfaces e conflitos. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, v. 19, p. 143-164, 2008. Disponível em: <<http://revistas.pucsp.br/index.php/metropole/article/view/8714/6465>>. Acesso em: 12 Julho 2016.
- ALVIM, A. T. B.; COSTA KATO, V. R.; ROMBI DE GODOY ROSIN, J. A urgência das águas: intervenções urbanas em áreas de mananciais. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, v. 17, p. 83-107, Maio 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cm/v17n33/2236-9996-cm-17-33-0083.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2016.
- ANDRADE, L. M. S. D. O conceito de cidades-jardins: uma adaptação para as cidades sustentáveis. **Vitruvius Arquitextos**, São paulo, Nov 2003.
- ANDRADE, L. M. S. D. **Conexões dos padrões espaciais dos ecossistemas urbanos:** a construção de um método com enfoque transdisciplinar para o processo de desenho urbano sensível à água no nível da comunidade e da paisagem. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília. ed. Brasília: [s.n.], 2014. 544 p.
- ANELLI, R. L. S. Uma nova cidade para as águas urbanas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 29, p. 69-84, Julho 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142015000200069](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142015000200069)>. Acesso em: 10 Julho 2016.

- ARAGÃO, S. O estudo dos tipos-interfaces entre tipologia e morfologia. **Geosul**, Florianópolis, v. 21, p. 29-43, jul./dez. 2006. ISSN 42.
- BERTONI, A. No caminho para o urbanismo: Saturnino de Brito e Édouard Imbeaux, trajetórias profissionais entre Brasil e França. **Anais do Museu Paulista: História e Cultura Material**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 111-132, jun 2015.
- BRASIL. **Lei nº6938**. Estabelece a política nacional de meio ambiente. Brasília. 1981.
- BRASIL. **Lei nº 9.433**. Estabelece a política nacional de recursos hídricos. Brasília. 1997.
- BRASIL. **Resolução Nº 181**. Aprova as prioridades, ações e metas do plano nacional de recursos hídricos para 2016-2020. Brasilia, p. 1-15. 2016.
- BRITTO, A. L.; ANDRADE CARNEIRO DA SILVA, V. Viver às margens dos rios. In: SÁ ANTUNES COSTA (ORG.), L. M. **Rios e paisagens urbanas**: em cidades brasileiras. Rio de Janeiro: Viana & Mosley, 2006. p. 17-32.
- CAPRA, F. **A teia da vida**. São Paulo: Cultrix, 1997.
- CAPRA, F. **Visão sistêmica da vida**. São Paulo: Cultrix, 2014.
- CARDOSO, A. S. **Proposta de metodologia para orientação de processos decisórios relativos a intervenção em cursos de água em áreas urbanas**. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais. ed. Belo Horizonte: [s.n.], 2012. 354 p.
- CARDOSO, F. J. **Ambientes fluviais urbanos**: novos paradigmas de projeto. Tese (Doutorado em Urbanismo) - Pontifícia Universidade Católica de Campinas. ed. Campinas: [s.n.], 2017. 367 p.
- CARVALHO, R.; MENEZES, J. L. M.; MOREIRA, F. D. **Um Recife saturnino**: arquitetura, urbanismo e saneamento. Recife: Néctar, 2010.
- CERQUEIRA, E. C. **Indicadores de sustentabilidade ambiental para a gestão de rios urbanos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) - Universidade Federal da Bahia. ed. Salvador: [s.n.], 2008.
- CERQUEIRA, V. D. F. D. **Rio Camarajipe: conexões e espaço urbano por entre cursos d'água**. Universidade Federal da Bahia. Salvador, p. 1-91. 2013.
- COMIER, N. S.; MESQUISTA PELLEGRINO, P.. Infraestrutura verde: Uma estratégia paisagística para a água urbana. **Paisagem e Ambiente**, São Paulo, p. 125-142, 2008. Acesso em: 05 Maio 2017.
- CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Agenda 21**. Senado Federal. Brasília. 2001.
- DAMASCO, F. S. **Relações rios/cidades na produção e organização do espaço**: perspectiva integrada para o ordenamento urbano-ambiental do rio Alcântara (RJ). Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal Fluminense. ed. Niterói: [s.n.], 2016. 229 p.
- FISRWG (FEDERAL INTERAGENCY STREAM RESTORATION WORKING GROUP). **Stream corridor restoration**: principles, processes and practices. 2<sup>a</sup>. ed. [S.I.]: [s.n.], 2001.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4. ed. São Paulo: Atlas S. A., 1995.

- GORSKI, M. C. B. **Rios e cidades:** ruptura e reconciliação. 1. ed. São Paulo: Senac, 2010.
- HAMMOND, A. et al. **Environmental indicators:** a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development. New York: World Resource Institute, 1995.
- HERCULANO, S. C.; PORTO, M. F. D. S.; FREITAS, C. M. Qualidade de vida e seus indicadores. In: HERCULANO, S. C. **Qualidade de vida e riscos ambientais.** Niterói: Eduff, 2000.
- HIGUERAS, E. **Urbanismo bioclimático:** criterios medioambientales en la ordenación de asentamientos. Tese (Doutorado em Arquitetura) - Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. ed. Madrid: [s.n.], 1997. 80 p.
- HOYER, J. et al. **Water sensitive urban design: principles and inspiration for sustainable city of the future.** Universidade de Hamburgo. Hamburgo. 2011.
- IBGE. **Áreas Municipais.** [S.I.]. 2017.
- LAGO, A. A. C. D. **Estocolmo, Rio, Joanesburgo:** o Brasil e as três conferências ambientais das Nações Unidas. Brasília: Instituto Rio Branco , 2007.
- LAMAS, J. M. R. G. **Morfologia urbana e desenho da cidade.** 3<sup>a</sup>. ed. Porto: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.
- LIMA, Â. J. R.; ABRUCIO, F. L.; SILVA, F. C. B. E. **Governança dos recursos hídricos:** proposta de indicador paracompanhar sua implementação. São Paulo: WWF- Brasil, 2014. 27 p.
- MELLO, S. S. D. **Na beira do rio tem uma cidade:** urbanidade e valorização dos corpos d'água. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasilia. ed. Brasilia: [s.n.], 2008.
- MONTEIRO, C. M. G. **The experience of place:** a comparative analysis of middle class neighborhoods, public housing estates and favela in Brazil. Tese (Doutorado em Sociologia Urbana) University of Oxford. ed. Oxford: [s.n.], 1989.
- MONTEIRO, C. M. G.; LOUREIRO III, C. Sessão III: métodos e técnicas para levantamento de campo e análise de dados: avaliação de lugares - o enfoque da teoria das facetas. **Workshop Avaliação pós-ocupação ANTAC/NUTAU,** 1994. 34-39.
- MOSTAFAVI, M. Por que um urbanismo ecológico? Por que agora? In: MOSTAFAVI, M.; DOHERTY, G. **Urbanismo Ecológico.** São Paulo: G. Gili, 2014. p. 12-55.
- MUÑOZ, M. R. **Sociabilidad urbana:** explorando las relaciones entre perfiles sociales y espaciales de Recife, PE. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano) Universidade Federal de Pernambuco. ed. Recife: [s.n.], 2018.
- NASCIMENTO, N. D. O.; BERTRAND-KRAJEWSKI, J.-L.; BRITTO, A. L. Águas urbanas e urbanismo na passagem do século XIX ao XX: o trabalho de Satrunino de Brito. **Revista UFMG**, Belo Horizonte, v. 20, p. 102-133, Jan. 2013.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **World urbanization prospects:** the 2014 revision. Nova Iorque: [s.n.], 2015. 517 p. Acesso em: 20 Jun 2017.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Nova Agenda Urbana - UN Habitat III.** Quito: [s.n.], 2017. 66 p.

- ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **OECD Core set of indicators for environmental performance reviews**. Paris. 1993.
- ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Princípios da OCDE para a governança da água**. Paris. 2015.
- OTTO, B.; MCCORMICK, K.; LECCESSE, M. **Ecological riverfront design**: restoring rivers, connecting communities. Chicago: American Planning Association, 2004.
- PARSONS, M.; THOMS, M.; NORRIS, R. **Australian river assessment system**: AusRivAS physical assessment protocol, monitoring river health initiative technical report. Camberra: University of Canberra, 2002. Disponível em: <<https://ausrivas.ewater.org.au/protocol/Download/protocol-1.pdf>>. Acesso em: 2018 Fev 20.
- PELLEGRINO, P. R. M. et al. A paisagem da borda: uma estratégia para a condução das águas, da biodiversidade e das pessoas. In: COSTA, L. M. S. A. **Rios e paisagens urbanas**: em cidades brasileiras. São Paulo: Viana&Mosley, 2006. p. 57-76.
- QUIROGA MARTINEZ, R. **Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible**: estado del arte y perspectivas. Santiago do Chile: Organização das Nações Unidas - Divisão do Meio Ambiente e Assentamentos Humanos, 2001. 124 p.
- ROAZZI, A.; MONTEIRO, C. M. G.; RULLO, G. Residential Satisfaction and place attachment - a cross-cultural investigation. In: (ED.), A. C. **Facet Theory and Scaling**: In search of structure in behavioral and social sciences. [S.I.]: Facet Theory Association Press, 2009. p. 81-97.
- ROSSI, A. Consideraciones sobre la morfología urbana y la tipología constructiva. In: \_\_\_\_\_ **Para una arquitectura de tendencia**: escritos 1956-1972. Barcelona: Gustavo Gili, 1977. p. 127-137.
- SANTOS, E. et al. **O caminho das águas em Salvador**: bacias hidrográficas, bairros e fontes. Salvador: CIAGS/UFBA, 2010.
- SCHLEE, M. B. **Landscape change along the Carioca River, Rio de Janeiro, Brazil**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura da Paisagem) - Pennsylvania State University. ed. Pennsylvania: [s.n.], 2002.
- SCHLEE, M. B.; BAPTISTA, D. F.; TAMMINGA, K. Diagnóstico Ambiental Participativo em Bacias Hidrográficas Urbanas. In: TANGARI, V. R., et al. **Águas Urbanas**: Uma contribuição para a regeneração ambiental como campo disciplinar integrado. Rio de Janeiro: Proarq, 2007. p. 215-249.
- SCHLEE, M. B.; COELHO NETTO, A. L.; TAMMINGA, K. Mapeamento Ambiental e Paisagístico de Bacias Hidrográficas Urbanas: Estudo de caso do Rio Carioca. In: COSTA (ORG.), L. M. S. A. **Rios e Paisagens Urbanas**: em cidades brasileiras. Rio de Janeiro: Viana&Mosley, 2006. p. 33-55.
- SILVA, M. M. D. A. **Água em meio urbano, favelas nas cabeceiras**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Minas Gerais. ed. Belo Horizonte: [s.n.], 2013. 273 p.
- SPIRN, A. W. **O Jardim de Granito**. São Paulo: Edusp, 1995.

- SPIRN, A. W. Ecological urbanism: a framework for the design of resilient cities. In: NDUBISI, F. O. **The ecological design and planning reader.** [S.I.]: Island Press, 2014. p. 557-571.
- SUASSUNA, C. C. D. A. **Cidade resiliente:** sistema de indicadores dos aspectos institucionais. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Urbano) - Universidade Federal de Pernambuco. ed. Recife: [s.n.], 2014. 292 p.
- SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAS DA BAHIA; UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA. **Indicadores de sustentabilidade ambiental.** SEI. Salvador. 2006. (ISBN 85-85976-59-4).
- SUSTAINABLE SEATTLE. **Indicators of sustainable community:** a status report on long-term cultural, economic, and environmental health for Seattle/ King County. Seattle: [s.n.], 1998. 84 p.
- TUCCI, C. E. M. Água no meio urbano. In: (ORG.) DA CUNHA REBOUÇA, A.; BRAGA, B.; GALIZIA TUNDISI, J. **Águas doces no Brasil:** capital ecológico, uso e conservação. [S.I.]: Escrituras, v. 2, 1997. p. 475-508.
- TUCCI, C. E. M. **Gestão de águas pluviais.** [S.I.]: Global Water Partnership - World Bank - Unesco, 2005.
- TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Estudos avançados,** São Paulo, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008.
- UNESCO. **Água para um mundo sustentável:** sumário executivo. Perúgia: [s.n.], 2015.
- URBEM. **Existing urban river rehabilitation schemes:** final report. [S.I.]: European Commission, 2004.
- VARGAS, M. C. O gerenciamento integrado dos recursos hídricos como problema socioambiental. **Ambiente & Sociedade,** Campinas, v. 5, n. 2, p. 109-134, Ago-Dez 1999.
- WONG, C. **Indicators for urban and regional planning:** the interplay of policy and methods. 1<sup>a</sup>. ed. London: Routledge, 2006.

## APÊNDICE A – COEFICIENTE DE ALIENAÇÃO

Número de Interações..... 16

Coeficiente de Alienação..... 0.21757

<b>Questão</b>	<b>Número de Série</b>	<b>Coeficiente de Alienação</b>	<b>Coordenada 1</b>	<b>Coordenada 2</b>	<b>Coordenada 3</b>
Q9	1	.23689	85.47	20.70	26.11
Q10	2	.21774	99.14	33.44	48.03
Q11	3	.23191	7.27	12.41	52.09
Q12	4	.17376	16.21	20.61	65.28
Q13	5	.20333	28.79	7.20	38.50
Q14	6	.24877	68.61	84.48	15.38
Q15	7	.23648	5.65	44.67	60.42
Q16	8	.25546	57.62	9.31	60.71
Q17	9	.16798	.00	38.80	67.78
Q18	10	.27237	46.46	38.74	40.45
Q19	11	.24869	49.94	16.39	32.89
Q20	12	.19301	7517	47.99	100.00
Q21	13	.23159	68.26	33.90	92.69
Q22	14	.28489	83.84	59.93	63.54
Q23	15	.21831	61.10	84.29	34.57
Q24	16	.23268	58.96	89.75	63.52
Q25	17	.15288	71.43	76.64	62.42
Q26	18	.21773	73.43	44.74	56.43
Q27	19	.18215	96.73	59.40	53.25
Q28	20	.21735	98.16	50.12	16.06
Q29	21	.19169	20.71	.00	52.91
Q30	22	.15023	36.35	14.40	61.68
Q31	23	.19875	93.81	24.41	72.99
Q32	24	.13825	95.68	37.15	67.75
Q33	25	.20416	30.18	78.21	57.36
Q34	26	.20876	76.40	24.31	55.36
Q35	27	.14430	87.11	36.18	68.23
Q36	28	.21461	79.48	38.49	63.45
Q37	29	.21512	45.66	73.54	82.59
Q38	30	.25288	45.81	30.58	87.96

Q39	31	.26824	62.59	15.67	72.89
Q40	32	.24971	57.60	26.24	76.71
Q41	33	.24406	55.00	1.39	30.50
Q42	34	.16280	3.32	50.11	77.75
Q43	35	.24568	77.74	47.23	80.04
Q44	36	.25242	49.93	57.22	83.63
Q45	37	.18293	23.89	62.85	68.56
Q46	38	.13887	15.22	56.99	64.94
Q47	39	.20627	29.43	.78	69.63
Q48	40	.24039	34.64	35.25	80.22
Q49	41	.23247	18.82	47.45	20.16
Q50	42	.22027	18.19	64.16	10.94
Q51	43	.23129	42.75	90.31	55.49
Q52	44	.22337	15.07	72.89	51.29
Q53	45	.16267	91.91	56.10	41.21
Q54	46	.17414	17.97	61.50	76.71
Q55	47	.23111	57.41	11.99	14.49
Q56	48	.14671	2.41	55.87	40.41
Q57	49	.29121	59.87	26.90	18.87
Q58	50	.17925	17.71	49.19	48.32
Q59	51	.25960	43.31	52.81	11.90

#### Variáveis Externas

Variável externa	Número de Série	Coeficiente de Alienação	Coordenada 1	Coordenada 2	Coordenada 3
Feminino	52	.27342	39.63	35.39	49.04
Masculino	53	.26529	60.74	56.94	46.43
FE_20a35	54	.29456	48.44	45.19	45.70
FE_36a50	55	.21185	57.80	61.26	38.96
FE_51a70	56	.28145	44.85	37.92	56.41
T_Superior	57	.24015	58.83	47.51	27.52
T_Mestrado	58	.31550	50.68	66.71	72.55
T_Doutorado	59	.25917	44.08	35.14	50.96
TG_5a10	60	.29456	48.44	45.19	45.70

TG_11a20	61	.24015	54.38	57.98	41.10
TG_mais_20	62	.26786	46.73	43.07	54.58
F_PlanUrb	63	.25187	23.49	63.81	67.75
F_Eng.Geotec	64	.19501	62.93	5.36	.00
F.CieBiolog	65	.31926	52.80	45.77	29.16
F.Hidrologia	66	.29095	25.55	15.49	51.95
F.CHumanas	67	.26089	51.94	59.05	41.13
F.CSociais	68	.16826	67.04	52.11	56.25
T.Academico	69	.26102	42.41	36.49	52.40
T.AgGov	70	.23398	52.35	54.65	45.94
T.EmpPriv	71	.29883	61.05	61.79	37.20
T.Outros	72	.31599	43.01	39.86	49.21
R.Norte	73	.20602	60.68	55.51	32.49
R.NordEste	74	.28955	46.67	18.58	48.16
R.SulEste	75	.20029	42.88	59.11	53.78
R.Sul	76	.33580	46.16	52.71	75.57
R.mais1	77	.27865	42.82	38.24	52.39
R.Internacional	78	.29107	47.92	46.61	52.40

## APÊNDICE B – MATRIZ DE COEFICIENTE DE MONOTONICIDADE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Q09	1	100 ( -35)	97 ( -35)	-30 ( -35)	-18 ( -35)	34 ( -35)	-3 ( -35)	39 ( -35)	36 ( -35)	-6 ( -35)	-13 ( -35)	51 ( -35)	37 ( -35)	20 ( -35)	68 ( -35)	-9 ( -33)
Q10	2	97 ( -35)	100 ( -35)	-35 ( -35)	-22 ( -35)	17 ( -35)	-4 ( -35)	35 ( -35)	57 ( -35)	-6 ( -35)	-2 ( -35)	36 ( -35)	54 ( -35)	20 ( -35)	85 ( -35)	6 ( -33)
Q11	3	-30 ( -35)	-35 ( -35)	100 ( -35)	79 ( -35)	61 ( -35)	-15 ( -35)	24 ( -35)	54 ( -35)	44 ( -35)	22 ( -35)	16 ( -35)	-71 ( -35)	-38 ( -35)	-47 ( -35)	17 ( -33)
Q12	4	-18 ( -35)	-22 ( -35)	79 ( -35)	100 ( -35)	80 ( -35)	16 ( -35)	43 ( -35)	24 ( -35)	72 ( -35)	54 ( -35)	65 ( -35)	-4 ( -35)	19 ( -35)	-17 ( -35)	-23 ( -33)
Q13	5	34 ( -35)	17 ( -35)	61 ( -35)	80 ( -35)	100 ( -35)	25 ( -35)	54 ( -35)	57 ( -35)	79 ( -35)	44 ( -35)	74 ( -35)	2 ( -35)	14 ( -35)	39 ( -35)	-9 ( -33)
Q14	6	-3 ( -35)	-4 ( -35)	-15 ( -35)	16 ( -35)	25 ( -35)	100 ( -35)	-19 ( -35)	-12 ( -35)	-14 ( -35)	24 ( -35)	-6 ( -35)	18 ( -35)	-29 ( -35)	66 ( -35)	46 ( -33)
Q15	7	39 ( -35)	35 ( -35)	24 ( -35)	43 ( -35)	54 ( -35)	-19 ( -35)	100 ( -35)	52 ( -35)	77 ( -35)	24 ( -35)	3 ( -35)	37 ( -35)	30 ( -35)	17 ( -35)	12 ( -33)
Q16	8	36 ( -35)	57 ( -35)	54 ( -35)	24 ( -35)	57 ( -35)	-12 ( -35)	52 ( -35)	100 ( -35)	21 ( -35)	33 ( -35)	22 ( -35)	26 ( -35)	47 ( -35)	48 ( -35)	2 ( -33)
Q17	9	-6 ( -35)	-6 ( -35)	44 ( -35)	72 ( -35)	79 ( -35)	-14 ( -35)	77 ( -35)	21 ( -35)	100 ( -35)	35 ( -35)	55 ( -35)	23 ( -35)	28 ( -35)	11 ( -35)	-44 ( -33)
Q18	10	-13 ( -35)	-2 ( -35)	22 ( -35)	54 ( -35)	44 ( -35)	24 ( -35)	24 ( -35)	33 ( -35)	35 ( -35)	100 ( -35)	71 ( -35)	21 ( -35)	43 ( -35)	6 ( -35)	48 ( -33)
Q19	11	51 ( -35)	36 ( -35)	16 ( -35)	65 ( -35)	74 ( -35)	-6 ( -35)	3 ( -35)	22 ( -35)	55 ( -35)	71 ( -35)	100 ( -35)	7 ( -35)	48 ( -35)	19 ( -35)	8 ( -33)
Q20	12	37 ( -35)	54 ( -35)	-71 ( -35)	-4 ( -35)	2 ( -35)	18 ( -35)	37 ( -35)	26 ( -35)	23 ( -35)	21 ( -35)	7 ( -35)	100 ( -35)	93 ( -35)	55 ( -35)	-32 ( -33)
Q21	13	20 ( -35)	20 ( -35)	-38 ( -35)	19 ( -35)	14 ( -35)	-29 ( -35)	30 ( -35)	47 ( -35)	28 ( -35)	43 ( -35)	48 ( -35)	93 ( -35)	100 ( -35)	50 ( -35)	-27 ( -33)
Q22	14	68 ( -35)	85 ( -35)	-47 ( -35)	-17 ( -35)	39 ( -35)	66 ( -35)	17 ( -35)	48 ( -35)	11 ( -35)	6 ( -35)	19 ( -35)	55 ( -35)	50 ( -35)	100 ( -35)	67 ( -33)
Q23	15	-9 ( -33)	6 ( -33)	17 ( -33)	-23 ( -33)	-9 ( -33)	46 ( -33)	12 ( -33)	2 ( -33)	-44 ( -33)	48 ( -33)	8 ( -33)	-32 ( -33)	-27 ( -33)	67 ( -33)	100 ( -33)
Q24	16	-8 ( -33)	14 ( -33)	29 ( -33)	-18 ( -33)	-47 ( -33)	25 ( -33)	12 ( -33)	26 ( -33)	-20 ( -33)	-2 ( -33)	-47 ( -33)	24 ( -33)	10 ( -33)	44 ( -33)	43 ( -33)
Q25	17	20 ( -33)	30 ( -33)	-48 ( -33)	-43 ( -33)	-26 ( -33)	32 ( -33)	-7 ( -33)	28 ( -33)	-17 ( -33)	29 ( -33)	7 ( -33)	51 ( -33)	55 ( -33)	66 ( -33)	36 ( -33)
Q26	18	31 ( -33)	56 ( -33)	-4 ( -33)	-1 ( -33)	11 ( -33)	-24 ( -33)	14 ( -33)	72 ( -33)	1 ( -33)	58 ( -33)	51 ( -33)	39 ( -33)	49 ( -33)	51 ( -33)	31 ( -33)
Q27	19	7 ( -33)	53 ( -33)	-37 ( -33)	-57 ( -33)	-45 ( -33)	-17 ( -33)	-51 ( -33)	31 ( -33)	-71 ( -33)	65 ( -33)	0 ( -33)	14 ( -33)	36 ( -33)	88 ( -33)	71 ( -33)
Q28	20	19 ( -33)	39 ( -33)	5 ( -33)	-49 ( -33)	-1 ( -33)	2 ( -33)	-49 ( -33)	18 ( -33)	-81 ( -33)	47 ( -33)	49 ( -33)	-52 ( -33)	-15 ( -33)	-21 ( -33)	86 ( -33)
Q29	21	13 ( -33)	-12 ( -33)	75 ( -33)	83 ( -33)	58 ( -33)	-22 ( -33)	18 ( -33)	38 ( -33)	33 ( -33)	-7 ( -33)	41 ( -33)	-32 ( -33)	11 ( -33)	9 ( -33)	-14 ( -33)
Q30	22	18 ( -33)	23 ( -33)	73 ( -33)	88 ( -33)	74 ( -33)	-17 ( -33)	47 ( -33)	71 ( -33)	32 ( -33)	40 ( -33)	64 ( -33)	2 ( -33)	41 ( -33)	35 ( -33)	-11 ( -33)
Q31	23	38 ( -33)	55 ( -33)	13 ( -33)	29 ( -33)	-21 ( -33)	30 ( -33)	-52 ( -33)	34 ( -33)	-55 ( -33)	-8 ( -33)	16 ( -33)	41 ( -33)	22 ( -33)	79 ( -33)	-13 ( -33)
Q32	24	60 ( -33)	75 ( -33)	-11 ( -33)	-8 ( -33)	-25 ( -33)	0 ( -33)	-31 ( -33)	41 ( -33)	-67 ( -33)	10 ( -33)	-10 ( -33)	54 ( -33)	45 ( -33)	82 ( -33)	-5 ( -33)
Q33	25	12 ( -33)	-7 ( -33)	9 ( -33)	18 ( -33)	-9 ( -33)	-13 ( -33)	24 ( -33)	-17 ( -33)	45 ( -33)	-1 ( -33)	4 ( -33)	-9 ( -33)	-21 ( -33)	39 ( -33)	45 ( -33)
Q34	26	48 ( -33)	53 ( -33)	36 ( -33)	45 ( -33)	27 ( -33)	20 ( -33)	-23 ( -33)	52 ( -33)	-36 ( -33)	38 ( -33)	43 ( -33)	10 ( -33)	9 ( -33)	66 ( -33)	37 ( -33)
Q35	27	22 ( -33)	55 ( -33)	-13 ( -33)	16 ( -33)	-9 ( -33)	9 ( -33)	-44 ( -33)	44 ( -33)	-63 ( -33)	45 ( -33)	33 ( -33)	64 ( -33)	67 ( -33)	86 ( -33)	16 ( -33)
Q36	28	1 ( -33)	36 ( -33)	9 ( -33)	25 ( -33)	19 ( -33)	38 ( -33)	-39 ( -33)	43 ( -33)	-51 ( -33)	10 ( -33)	-10 ( -33)	54 ( -33)	45 ( -33)	82 ( -33)	47 ( -33)
Q37	29	-17 ( -33)	0 ( -33)	41 ( -33)	50 ( -33)	-27 ( -33)	25 ( -33)	9 ( -33)	-13 ( -33)	3 ( -33)	11 ( -33)	-11 ( -33)	36 ( -33)	16 ( -33)	46 ( -33)	68 ( -33)
Q38	30	2 ( -32)	27 ( -32)	16 ( -32)	56 ( -32)	33 ( -32)	-65 ( -32)	36 ( -32)	28 ( -32)	44 ( -32)	45 ( -32)	70 ( -32)	52 ( -32)	38 ( -32)	28 ( -32)	-21 ( -32)
Q39	31	-28 ( -32)	9 ( -32)	33 ( -32)	55 ( -32)	52 ( -32)	-49 ( -32)	-33 ( -32)	38 ( -32)	0 ( -32)	78 ( -32)	94 ( -32)	32 ( -32)	55 ( -32)	44 ( -32)	-36 ( -32)





	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
+															
Q24	16	100 (- 33)	75 (- 33)	36 (- 33)	21 (- 33)	-46 (- 33)	-21 (- 33)	12 (- 33)	30 (- 33)	30 (- 33)	50 (- 33)	9 (- 33)	19 (- 33)	49 (- 33)	58 (- 32)
Q25	17	75 (- 33)	100 (- 33)	82 (- 33)	71 (- 33)	13 (- 33)	-33 (- 33)	1 (- 33)	14 (- 33)	47 (- 33)	62 (- 33)	13 (- 33)	39 (- 33)	50 (- 33)	39 (- 32)
Q26	18	36 (- 33)	82 (- 33)	100 (- 33)	95 (- 33)	64 (- 33)	-20 (- 33)	36 (- 33)	43 (- 33)	69 (- 33)	42 (- 33)	63 (- 33)	76 (- 33)	65 (- 33)	22 (- 32)
Q27	19	21 (- 33)	71 (- 33)	95 (- 33)	100 (- 33)	93 (- 33)	-46 (- 33)	-10 (- 33)	45 (- 33)	88 (- 33)	-13 (- 33)	47 (- 33)	88 (- 33)	73 (- 33)	-2 (- 32)
Q28	20	-46 (- 33)	13 (- 33)	64 (- 33)	93 (- 33)	100 (- 33)	-16 (- 33)	-17 (- 33)	5 (- 33)	44 (- 33)	-41 (- 33)	44 (- 33)	53 (- 33)	34 (- 33)	-42 (- 32)
Q29	21	-21 (- 33)	-33 (- 33)	-20 (- 33)	-46 (- 33)	-16 (- 33)	100 (- 33)	83 (- 33)	26 (- 33)	16 (- 33)	27 (- 33)	42 (- 33)	-1 (- 33)	-5 (- 33)	-2 (- 32)
Q30	22	12 (- 33)	1 (- 33)	36 (- 33)	-10 (- 33)	-17 (- 33)	83 (- 33)	100 (- 33)	30 (- 33)	42 (- 33)	3 (- 33)	50 (- 33)	50 (- 33)	49 (- 33)	3 (- 32)
Q31	23	30 (- 33)	14 (- 33)	43 (- 33)	45 (- 33)	5 (- 33)	26 (- 33)	30 (- 33)	100 (- 33)	94 (- 33)	16 (- 33)	93 (- 33)	90 (- 33)	84 (- 33)	9 (- 32)
Q32	24	30 (- 33)	47 (- 33)	69 (- 33)	88 (- 33)	44 (- 33)	16 (- 33)	42 (- 33)	94 (- 33)	100 (- 33)	17 (- 33)	83 (- 33)	96 (- 33)	82 (- 33)	19 (- 32)
Q33	25	50 (- 33)	62 (- 33)	42 (- 33)	-13 (- 33)	-41 (- 33)	27 (- 33)	3 (- 33)	16 (- 33)	17 (- 33)	100 (- 33)	43 (- 33)	6 (- 33)	21 (- 33)	56 (- 32)
Q34	26	9 (- 33)	13 (- 33)	63 (- 33)	47 (- 33)	44 (- 33)	42 (- 33)	50 (- 33)	93 (- 33)	83 (- 33)	43 (- 33)	100 (- 33)	90 (- 33)	90 (- 33)	54 (- 32)
Q35	27	19 (- 33)	39 (- 33)	76 (- 33)	88 (- 33)	53 (- 33)	-1 (- 33)	50 (- 33)	90 (- 33)	96 (- 33)	6 (- 33)	90 (- 33)	100 (- 33)	98 (- 33)	44 (- 32)
Q36	28	49 (- 33)	50 (- 33)	65 (- 33)	73 (- 33)	34 (- 33)	-5 (- 33)	49 (- 33)	84 (- 33)	82 (- 33)	21 (- 33)	90 (- 33)	98 (- 33)	100 (- 33)	69 (- 32)
Q37	29	58 (- 33)	39 (- 33)	22 (- 33)	-2 (- 33)	-42 (- 33)	-2 (- 33)	3 (- 33)	39 (- 33)	19 (- 33)	56 (- 33)	54 (- 33)	44 (- 33)	68 (- 33)	100 (- 32)
Q38	30	27 (- 32)	12 (- 32)	61 (- 32)	15 (- 32)	-37 (- 32)	1 (- 32)	53 (- 32)	9 (- 32)	15 (- 32)	24 (- 32)	30 (- 32)	60 (- 32)	69 (- 32)	100 (- 32)
Q39	31	-13 (- 32)	22 (- 32)	57 (- 32)	40 (- 32)	0 (- 32)	12 (- 32)	72 (- 32)	53 (- 32)	57 (- 32)	12 (- 32)	77 (- 32)	89 (- 32)	96 (- 32)	42 (- 32)
Q41	33	-66 (- 32)	-34 (- 32)	74 (- 32)	13 (- 32)	26 (- 32)	29 (- 32)	29 (- 32)	-12 (- 32)	2 (- 32)	2 (- 32)	51 (- 32)	48 (- 32)	40 (- 32)	-60 (- 32)
Q42	34	35 (- 32)	15 (- 32)	31 (- 32)	-60 (- 32)	-85 (- 32)	34 (- 32)	43 (- 32)	-36 (- 32)	-42 (- 32)	45 (- 32)	-32 (- 32)	-35 (- 32)	-31 (- 32)	32 (- 32)
Q43	35	-5 (- 32)	41 (- 32)	63 (- 32)	56 (- 32)	15 (- 32)	2 (- 32)	46 (- 32)	46 (- 32)	63 (- 32)	15 (- 32)	58 (- 32)	77 (- 32)	48 (- 32)	37 (- 32)
Q44	36	20 (- 32)	74 (- 32)	72 (- 32)	45 (- 32)	-5 (- 32)	-42 (- 32)	35 (- 32)	-3 (- 32)	11 (- 32)	21 (- 32)	15 (- 32)	47 (- 32)	54 (- 32)	48 (- 32)
Q45	37	10 (- 32)	45 (- 32)	35 (- 32)	-9 (- 32)	-66 (- 32)	5 (- 32)	40 (- 32)	-28 (- 32)	-9 (- 32)	76 (- 32)	14 (- 32)	-2 (- 32)	-1 (- 32)	54 (- 32)
Q46	38	37 (- 32)	20 (- 32)	20 (- 32)	-49 (- 32)	-81 (- 32)	19 (- 32)	47 (- 32)	-25 (- 32)	-33 (- 32)	78 (- 32)	21 (- 32)	-21 (- 32)	8 (- 32)	73 (- 32)
Q47	39	25 (- 32)	-17 (- 32)	14 (- 32)	-50 (- 32)	-84 (- 32)	62 (- 32)	51 (- 32)	22 (- 32)	-3 (- 32)	-1 (- 32)	37 (- 32)	5 (- 32)	42 (- 32)	38 (- 32)
Q48	40	-1 (- 32)	48 (- 32)	60 (- 32)	32 (- 32)	-56 (- 32)	57 (- 32)	58 (- 32)	38 (- 32)	56 (- 32)	55 (- 32)	59 (- 32)	35 (- 32)	31 (- 32)	41 (- 32)
Q49	41	0 (- 32)	28 (- 32)	-5 (- 32)	-24 (- 32)	-47 (- 32)	17 (- 32)	28 (- 32)	-28 (- 32)	-19 (- 32)	36 (- 32)	7 (- 32)	8 (- 32)	-4 (- 32)	-7 (- 32)
Q50	42	22 (- 32)	27 (- 32)	-35 (- 32)	-42 (- 32)	-44 (- 32)	-18 (- 32)	-2 (- 32)	-54 (- 32)	-54 (- 32)	19 (- 32)	-45 (- 32)	-19 (- 32)	5 (- 32)	10 (- 32)
Q51	43	46 (- 32)	47 (- 32)	45 (- 32)	62 (- 32)	40 (- 32)	-36 (- 32)	-4 (- 32)	-23 (- 32)	3 (- 32)	80 (- 32)	14 (- 32)	29 (- 32)	29 (- 32)	60 (- 32)
Q52	44	14 (- 32)	17 (- 32)	11 (- 32)	6 (- 32)	33 (- 32)	39 (- 32)	27 (- 32)	-18 (- 32)	-18 (- 32)	70 (- 32)	-4 (- 32)	-35 (- 32)	-30 (- 32)	38 (- 32)
Q53	45	34 (- 32)	78 (- 32)	72 (- 32)	92 (- 32)	80 (- 32)	-49 (- 32)	-23 (- 32)	36 (- 32)	62 (- 32)	-1 (- 32)	55 (- 32)	69 (- 32)	81 (- 32)	19 (- 32)
Q54	46	21 (- 32)	32 (- 32)	29 (- 32)	4 (- 32)	-51 (- 32)	-27 (- 32)	22 (- 32)	-41 (- 32)	-16 (- 32)	25 (- 32)	-19 (- 32)	-20 (- 32)	-7 (- 32)	52 (- 32)
Q55	47	40 (- 32)	0 (- 32)	25 (- 32)	-37 (- 32)	-20 (- 32)	12 (- 32)	17 (- 32)	27 (- 32)	9 (- 32)	-13 (- 32)	41 (- 32)	8 (- 32)	42 (- 32)	-12 (- 32)
Q56	48	13 (- 32)	14 (- 32)	-4 (- 32)	-64 (- 32)	-53 (- 32)	46 (- 32)	39 (- 32)	-37 (- 32)	-63 (- 32)	72 (- 32)	-2 (- 32)	-59 (- 32)	-28 (- 32)	23 (- 32)
Q57	49	-6 (- 32)	24 (- 32)	79 (- 32)	60 (- 32)	80 (- 32)	29 (- 32)	44 (- 32)	-42 (- 32)	-4 (- 32)	13 (- 32)	43 (- 32)	25 (- 32)	43 (- 32)	-41 (- 32)

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Q58	50	47 ( 32)	29 ( 32)	33 ( 32)	-36 ( 32)	-53 ( 32)	33 ( 32)	63 ( 32)	-7 ( 32)	-20 ( 32)	74 ( 32)	39 ( 32)	-14 ( 32)	20 ( 32)	46 ( 32)	14 ( 32)
Q59	51	45 ( 32)	26 ( 32)	3 ( 32)	15 ( 32)	-24 ( 32)	20 ( 32)	24 ( 32)	-12 ( 32)	-10 ( 32)	25 ( 32)	23 ( 32)	19 ( 32)	22 ( 32)	8 ( 32)	-11 ( 32)
Feminino	52	-63 ( 33)	-68 ( 33)	-73 ( 33)	-50 ( 33)	-17 ( 33)	47 ( 33)	7 ( 33)	-44 ( 33)	-60 ( 33)	-18 ( 33)	4 ( 33)	-47 ( 33)	-32 ( 33)	12 ( 33)	-17 ( 32)
Masculino	53	63 ( 33)	68 ( 33)	73 ( 33)	50 ( 33)	17 ( 33)	-47 ( 33)	-7 ( 33)	44 ( 33)	60 ( 33)	18 ( 33)	-4 ( 33)	47 ( 33)	32 ( 33)	-12 ( 33)	17 ( 32)
FE_20a35	54	-75 ( 33)	-18 ( 33)	40 ( 33)	-18 ( 33)	19 ( 33)	24 ( 33)	-2 ( 33)	-44 ( 33)	-62 ( 33)	-12 ( 33)	-12 ( 33)	-27 ( 33)	-49 ( 33)	-2 ( 33)	5 ( 32)
FE_36a50	55	46 ( 33)	29 ( 33)	-16 ( 33)	50 ( 33)	19 ( 33)	-9 ( 33)	-36 ( 33)	19 ( 33)	-3 ( 33)	30 ( 33)	19 ( 33)	1 ( 33)	46 ( 33)	52 ( 33)	-19 ( 32)
FE_51a70	56	20 ( 33)	-9 ( 33)	-19 ( 33)	-33 ( 33)	-30 ( 33)	-12 ( 33)	30 ( 33)	14 ( 33)	44 ( 33)	-15 ( 33)	-5 ( 33)	17 ( 33)	-7 ( 33)	-46 ( 33)	12 ( 32)
T_Superior	57	-54 ( 33)	13 ( 33)	-1 ( 33)	52 ( 33)	78 ( 33)	-40 ( 33)	-27 ( 33)	-37 ( 33)	-44 ( 33)	-94 ( 33)	11 ( 33)	-15 ( 33)	-20 ( 33)	-17 ( 33)	-84 ( 32)
T_Mestrado	58	-3 ( 33)	17 ( 33)	20 ( 33)	31 ( 33)	-7 ( 33)	12 ( 33)	-40 ( 33)	-20 ( 33)	-36 ( 33)	-3 ( 33)	-43 ( 33)	0 ( 33)	-19 ( 33)	44 ( 33)	5 ( 32)
T_Doutorado	59	28 ( 33)	-20 ( 33)	-15 ( 33)	-50 ( 33)	-46 ( 33)	10 ( 33)	44 ( 33)	29 ( 33)	44 ( 33)	46 ( 33)	26 ( 33)	6 ( 33)	23 ( 33)	-32 ( 33)	29 ( 32)
TG_Sa10	60	-75 ( 33)	-18 ( 33)	40 ( 33)	-18 ( 33)	19 ( 33)	24 ( 33)	-2 ( 33)	-44 ( 33)	-62 ( 33)	-12 ( 33)	-12 ( 33)	-27 ( 33)	-49 ( 33)	-2 ( 33)	5 ( 32)
TG_ll1a20	61	52 ( 33)	11 ( 33)	-29 ( 33)	41 ( 33)	9 ( 33)	11 ( 33)	-16 ( 33)	11 ( 33)	-7 ( 33)	20 ( 33)	12 ( 33)	-10 ( 33)	35 ( 33)	41 ( 33)	-7 ( 32)
TG_mais_20	62	13 ( 33)	4 ( 33)	-8 ( 33)	-26 ( 33)	-23 ( 33)	-28 ( 33)	16 ( 33)	20 ( 33)	47 ( 33)	-7 ( 33)	0 ( 33)	26 ( 33)	3 ( 33)	-38 ( 33)	3 ( 32)
F.PlanUrb	63	-19 ( 33)	-33 ( 33)	-65 ( 33)	-100 ( 33)	-52 ( 33)	-24 ( 33)	-6 ( 33)	-16 ( 33)	-37 ( 33)	60 ( 33)	-40 ( 33)	-14 ( 33)	-4 ( 33)	36 ( 33)	42 ( 32)
F.Eng.Geotec	64	-63 ( 33)	-31 ( 33)	8 ( 33)	10 ( 33)	38 ( 33)	-4 ( 33)	8 ( 33)	-2 ( 33)	-7 ( 33)	-66 ( 33)	21 ( 33)	-10 ( 33)	-57 ( 33)	-52 ( 33)	-19 ( 32)
F.CieBiolog	65	-32 ( 33)	18 ( 33)	40 ( 33)	-7 ( 33)	-6 ( 33)	-12 ( 33)	-27 ( 33)	-37 ( 33)	-44 ( 33)	-32 ( 33)	-75 ( 33)	-45 ( 33)	-51 ( 33)	-94 ( 33)	-81 ( 32)
F.Hidrologia	66	-56 ( 33)	-85 ( 33)	-100 ( 33)	-100 ( 33)	-100 ( 33)	73 ( 33)	-2 ( 33)	-53 ( 33)	-29 ( 33)	-15 ( 33)	-18 ( 33)	-100 ( 33)	-69 ( 33)	-23 ( 33)	27 ( 32)
F.CHumanas	67	82 ( 33)	11 ( 33)	-57 ( 33)	33 ( 33)	-22 ( 33)	35 ( 33)	7 ( 33)	30 ( 33)	-6 ( 33)	26 ( 33)	17 ( 33)	-9 ( 33)	27 ( 33)	33 ( 33)	-78 ( 32)
F.CSociais	68	95 ( 33)	99 ( 33)	100 ( 33)	100 ( 33)	58 ( 33)	-63 ( 33)	20 ( 33)	65 ( 33)	95 ( 33)	39 ( 33)	81 ( 33)	95 ( 33)	95 ( 33)	76 ( 33)	79 ( 32)
T.Academico	69	-8 ( 33)	-55 ( 33)	-4 ( 33)	-50 ( 33)	-19 ( 33)	9 ( 33)	36 ( 33)	26 ( 33)	22 ( 33)	42 ( 33)	55 ( 33)	-1 ( 33)	17 ( 33)	2 ( 33)	39 ( 32)
T.AgGov	70	50 ( 33)	63 ( 33)	33 ( 33)	84 ( 33)	48 ( 33)	83 ( 33)	38 ( 33)	-2 ( 33)	1 ( 33)	25 ( 33)	15 ( 33)	33 ( 33)	32 ( 33)	48 ( 33)	23 ( 32)
T.EmpPriv	71	-56 ( 33)	54 ( 33)	-64 ( 33)	16 ( 33)	15 ( 33)	-96 ( 33)	-96 ( 33)	-74 ( 33)	-44 ( 33)	-96 ( 33)	-92 ( 33)	-25 ( 33)	-69 ( 33)	-28 ( 33)	-84 ( 32)
T.Outros	72	27 ( 33)	-18 ( 33)	40 ( 33)	-100 ( 33)	-100 ( 33)	3 ( 33)	-12 ( 33)	-2 ( 33)	-44 ( 33)	-50 ( 33)	-86 ( 33)	-44 ( 33)	-49 ( 33)	-94 ( 33)	-58 ( 32)
R.Norte	73	27 ( 33)	78 ( 33)	78 ( 33)	48 ( 33)	100 ( 33)	-29 ( 33)	-43 ( 33)	-2 ( 33)	35 ( 33)	58 ( 33)	33 ( 33)	11 ( 33)	52 ( 33)	-46 ( 33)	-58 ( 32)
R.NordEste	74	-25 ( 33)	-45 ( 33)	5 ( 33)	35 ( 33)	0 ( 33)	75 ( 33)	65 ( 33)	21 ( 33)	-5 ( 33)	-29 ( 33)	30 ( 33)	30 ( 33)	23 ( 33)	0 ( 33)	11 ( 32)
R.SulEste	75	57 ( 33)	56 ( 33)	4 ( 33)	-23 ( 33)	-100 ( 33)	-97 ( 33)	-21 ( 33)	-49 ( 33)	-27 ( 33)	15 ( 33)	-29 ( 33)	-7 ( 33)	8 ( 33)	47 ( 33)	26 ( 32)
R.Sul	76	-26 ( 33)	-72 ( 33)	-100 ( 33)	-100 ( 33)	-100 ( 33)	-80 ( 33)	-90 ( 33)	-2 ( 33)	35 ( 33)	-50 ( 33)	-100 ( 33)	-44 ( 33)	-100 ( 33)	10 ( 33)	22 ( 32)
R.maisl	77	-100 ( 33)	-18 ( 33)	-100 ( 33)	-100 ( 33)	-100 ( 33)	100 ( 33)	-90 ( 33)	50 ( 33)	76 ( 33)	98 ( 33)	80 ( 33)	-100 ( 33)	-100 ( 33)	-94 ( 33)	-100 ( 32)
R.Internacional	78	75 ( 33)	-18 ( 33)	40 ( 33)	-100 ( 33)	-100 ( 33)	-80 ( 33)	-90 ( 33)	50 ( 33)	-44 ( 33)	-19 ( 33)	-58 ( 33)	-100 ( 33)	-100 ( 33)	-94 ( 33)	-58 ( 32)

		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Q39	31	100   ( 32)	83   ( 32)	67   ( 32)	-37   ( 32)	21   ( 32)	68   ( 32)	-5   ( 32)	17   ( 32)	65   ( 32)	62   ( 32)	32   ( 32)	34   ( 32)	48   ( 32)	-57   ( 32)	24   ( 32)
Q40	32	83   ( 32)	100   ( 32)	56   ( 32)	8   ( 32)	55   ( 32)	33   ( 32)	58   ( 32)	63   ( 32)	68   ( 32)	96   ( 32)	24   ( 32)	-27   ( 32)	42   ( 32)	3   ( 32)	21   ( 32)
Q41	33	67   ( 32)	56   ( 32)	100   ( 32)	21   ( 32)	53   ( 32)	30   ( 32)	16   ( 32)	12   ( 32)	44   ( 32)	-11   ( 32)	50   ( 32)	23   ( 32)	-28   ( 32)	-43   ( 32)	17   ( 32)
Q42	34	-37   ( 32)	8   ( 32)	21   ( 32)	100   ( 32)	-5   ( 32)	56   ( 32)	64   ( 32)	64   ( 32)	21   ( 32)	38   ( 32)	33   ( 32)	20   ( 32)	-3   ( 32)	66   ( 32)	-67   ( 32)
Q43	35	21   ( 32)	55   ( 32)	53   ( 32)	-5   ( 32)	100   ( 32)	59   ( 32)	70   ( 32)	43   ( 32)	-11   ( 32)	23   ( 32)	38   ( 32)	-22   ( 32)	12   ( 32)	8   ( 32)	53   ( 32)
Q44	36	68   ( 32)	33   ( 32)	30   ( 32)	56   ( 32)	59   ( 32)	100   ( 32)	65   ( 32)	52   ( 32)	6   ( 32)	46   ( 32)	37   ( 32)	39   ( 32)	29   ( 32)	29   ( 32)	16   ( 32)
Q45	37	-5   ( 32)	58   ( 32)	16   ( 32)	64   ( 32)	70   ( 32)	65   ( 32)	100   ( 32)	96   ( 32)	-21   ( 32)	76   ( 32)	49   ( 32)	10   ( 32)	59   ( 32)	75   ( 32)	5   ( 32)
Q46	38	17   ( 32)	63   ( 32)	12   ( 32)	64   ( 32)	43   ( 32)	52   ( 32)	96   ( 32)	100   ( 32)	42   ( 32)	69   ( 32)	47   ( 32)	29   ( 32)	62   ( 32)	59   ( 32)	-21   ( 32)
Q47	39	65   ( 32)	68   ( 32)	44   ( 32)	21   ( 32)	-11   ( 32)	6   ( 32)	-21   ( 32)	42   ( 32)	100   ( 32)	55   ( 32)	25   ( 32)	20   ( 32)	-40   ( 32)	-35   ( 32)	-38   ( 32)
Q48	40	62   ( 32)	96   ( 32)	-11   ( 32)	38   ( 32)	23   ( 32)	46   ( 32)	76   ( 32)	69   ( 32)	55   ( 32)	100   ( 32)	33   ( 32)	-36   ( 32)	31   ( 32)	38   ( 32)	-1   ( 32)
Q49	41	32   ( 32)	24   ( 32)	50   ( 32)	33   ( 32)	38   ( 32)	37   ( 32)	49   ( 32)	47   ( 32)	25   ( 32)	33   ( 32)	100   ( 32)	95   ( 32)	26   ( 32)	15   ( 32)	-39   ( 32)
Q50	42	34   ( 32)	-27   ( 32)	23   ( 32)	20   ( 32)	-22   ( 32)	39   ( 32)	10   ( 32)	29   ( 32)	20   ( 32)	-36   ( 32)	95   ( 32)	100   ( 32)	40   ( 32)	15   ( 32)	-30   ( 32)
Q51	43	48   ( 32)	42   ( 32)	-28   ( 32)	-3   ( 32)	12   ( 32)	29   ( 32)	59   ( 32)	62   ( 32)	-40   ( 32)	31   ( 32)	26   ( 32)	40   ( 32)	100   ( 32)	59   ( 32)	35   ( 32)
Q52	44	-57   ( 32)	3   ( 32)	-43   ( 32)	66   ( 32)	8   ( 32)	29   ( 32)	75   ( 32)	59   ( 32)	-35   ( 32)	38   ( 32)	15   ( 32)	15   ( 32)	59   ( 32)	100   ( 32)	6   ( 32)
Q53	45	24   ( 32)	21   ( 32)	17   ( 32)	-67   ( 32)	53   ( 32)	16   ( 32)	5   ( 32)	-21   ( 32)	-38   ( 32)	-1   ( 32)	-39   ( 32)	-30   ( 32)	35   ( 32)	6   ( 32)	100   ( 32)
Q54	46	14   ( 32)	23   ( 32)	-36   ( 32)	63   ( 32)	1   ( 32)	72   ( 32)	80   ( 32)	80   ( 32)	18   ( 32)	65   ( 32)	14   ( 32)	5   ( 32)	37   ( 32)	70   ( 32)	22   ( 32)
Q55	47	0   ( 32)	20   ( 32)	65   ( 32)	-32   ( 32)	33   ( 32)	-22   ( 32)	-30   ( 32)	6   ( 32)	74   ( 32)	-21   ( 32)	18   ( 32)	21   ( 32)	-51   ( 32)	-36   ( 32)	59   ( 32)
Q56	48	-29   ( 32)	21   ( 32)	17   ( 32)	56   ( 32)	-21   ( 32)	20   ( 32)	62   ( 32)	84   ( 32)	44   ( 32)	33   ( 32)	43   ( 32)	37   ( 32)	42   ( 32)	60   ( 32)	-31   ( 32)
Q57	49	30   ( 32)	4   ( 32)	89   ( 32)	6   ( 32)	44   ( 32)	29   ( 32)	8   ( 32)	3   ( 32)	11   ( 32)	-36   ( 32)	5   ( 32)	-33   ( 32)	11   ( 32)	49   ( 32)	77   ( 32)
Q58	50	14   ( 32)	41   ( 32)	16   ( 32)	55   ( 32)	23   ( 32)	35   ( 32)	80   ( 32)	93   ( 32)	45   ( 32)	44   ( 32)	36   ( 32)	18   ( 32)	49   ( 32)	71   ( 32)	2   ( 32)
Q59	51	-7   ( 32)	15   ( 32)	-2   ( 32)	-20   ( 32)	12   ( 32)	-39   ( 32)	37   ( 32)	44   ( 32)	23   ( 32)	7   ( 32)	28   ( 32)	33   ( 32)	15   ( 32)	-30   ( 32)	45   ( 32)
Feminino	52	51   ( 32)	-2   ( 32)	-20   ( 32)	-13   ( 32)	-73   ( 32)	-36   ( 32)	-33   ( 32)	-24   ( 32)	14   ( 32)	-4   ( 32)	-35   ( 32)	-31   ( 32)	-10   ( 32)	-8   ( 32)	-69   ( 32)
Masculino	53	-51   ( 32)	2   ( 32)	20   ( 32)	13   ( 32)	73   ( 32)	36   ( 32)	33   ( 32)	24   ( 32)	-14   ( 32)	4   ( 32)	35   ( 32)	31   ( 32)	10   ( 32)	8   ( 32)	69   ( 32)
FE_20a35	54	-52   ( 32)	-40   ( 32)	63   ( 32)	54   ( 32)	32   ( 32)	33   ( 32)	-4   ( 32)	-6   ( 32)	21   ( 32)	-34   ( 32)	-4   ( 32)	-8   ( 32)	-25   ( 32)	8   ( 32)	-31   ( 32)
FE_36a50	55	-22   ( 32)	-2   ( 32)	-51   ( 32)	-60   ( 32)	-6   ( 32)	-57   ( 32)	16   ( 32)	12   ( 32)	-10   ( 32)	-7   ( 32)	-39   ( 32)	9   ( 32)	39   ( 32)	31   ( 32)	58   ( 32)
FE_51a70	56	48   ( 32)	29   ( 32)	-30   ( 32)	11   ( 32)	-25   ( 32)	18   ( 32)	-9   ( 32)	-5   ( 32)	29   ( 32)	31   ( 32)	-1   ( 32)	-11   ( 32)	-35   ( 32)	-30   ( 32)	
T_Superior	57	-57   ( 32)	-89   ( 32)	11   ( 32)	-26   ( 32)	-5   ( 32)	65   ( 32)	-61   ( 32)	-93   ( 32)	-69   ( 32)	-82   ( 32)	26   ( 32)	65   ( 32)	-54   ( 32)	43   ( 32)	58   ( 32)
T_Mestrado	58	-71   ( 32)	-19   ( 32)	-16   ( 32)	48   ( 32)	26   ( 32)	33   ( 32)	22   ( 32)	11   ( 32)	7   ( 32)	10   ( 32)	-4   ( 32)	8   ( 32)	-8   ( 32)	23   ( 32)	-6   ( 32)
T_Doutorado	59	75   ( 32)	51   ( 32)	10   ( 32)	-31   ( 32)	-21   ( 32)	-49   ( 32)	1   ( 32)	27   ( 32)	17   ( 32)	17   ( 32)	-7   ( 32)	-34   ( 32)	23   ( 32)	-39   ( 32)	-15   ( 32)
TG_5a10	60	-52   ( 32)	-40   ( 32)	63   ( 32)	54   ( 32)	32   ( 32)	33   ( 32)	-4   ( 32)	-6   ( 32)	21   ( 32)	-34   ( 32)	-4   ( 32)	-8   ( 32)	-25   ( 32)	8   ( 32)	-31   ( 32)
TG_11a20	61	-21   ( 32)	12   ( 32)	-59   ( 32)	-49   ( 32)	-14   ( 32)	-66   ( 32)	3   ( 32)	6   ( 32)	-2   ( 32)	-12   ( 32)	-42   ( 32)	9   ( 32)	35   ( 32)	30   ( 32)	45   ( 32)

		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
TG_mais_20	62	47   ( 32)	19   ( 32)	-21   ( 32)	3   ( 32)	-19   ( 32)	29   ( 32)	1   ( 32)	0   ( 32)	-14   ( 32)	33   ( 32)	35   ( 32)	-1   ( 32)	-10   ( 32)	-35   ( 32)	-20   ( 32)
F.PlanUrb	63	20   ( 32)	-17   ( 32)	-65   ( 32)	52   ( 32)	-9   ( 32)	49   ( 32)	76   ( 32)	66   ( 32)	-61   ( 32)	-11   ( 32)	-3   ( 32)	7   ( 32)	32   ( 32)	69   ( 32)	-55   ( 32)
F.Eng.Geotec	64	-48   ( 32)	-23   ( 32)	57   ( 32)	-48   ( 32)	45   ( 32)	-1   ( 32)	-17   ( 32)	-12   ( 32)	2   ( 32)	-6   ( 32)	31   ( 32)	-7   ( 32)	-43   ( 32)	-45   ( 32)	24   ( 32)
F.CieBiolog	65	-47   ( 32)	-86   ( 32)	20   ( 32)	46   ( 32)	-67   ( 32)	-5   ( 32)	-97   ( 32)	-92   ( 32)	19   ( 32)	-79   ( 32)	-46   ( 32)	26   ( 32)	-72   ( 32)	-69   ( 32)	-68   ( 32)
F.Hidrologia	66	50   ( 32)	72   ( 32)	11   ( 32)	-26   ( 32)	-89   ( 32)	-100   ( 32)	-61   ( 32)	-49   ( 32)	78   ( 32)	60   ( 32)	55   ( 32)	44   ( 32)	-54   ( 32)	-53   ( 32)	-100   ( 32)
F.CHumanas	67	-68   ( 32)	10   ( 32)	-69   ( 32)	-28   ( 32)	-13   ( 32)	-82   ( 32)	2   ( 32)	16   ( 32)	8   ( 32)	-42   ( 32)	-48   ( 32)	-47   ( 32)	42   ( 32)	12   ( 32)	22   ( 32)
F.CSociais	68	86   ( 32)	72   ( 32)	11   ( 32)	7   ( 32)	59   ( 32)	64   ( 32)	21   ( 32)	-3   ( 32)	2   ( 32)	59   ( 32)	-7   ( 32)	-37   ( 32)	60   ( 32)	-7   ( 32)	98   ( 32)
T.Academico	69	81   ( 32)	64   ( 32)	27   ( 32)	-35   ( 32)	-39   ( 32)	-49   ( 32)	17   ( 32)	57   ( 32)	38   ( 32)	36   ( 32)	-19   ( 32)	-47   ( 32)	74   ( 32)	-21   ( 32)	-23   ( 32)
T.AgGov	70	-47   ( 32)	-17   ( 32)	-59   ( 32)	39   ( 32)	26   ( 32)	29   ( 32)	42   ( 32)	2   ( 32)	-38   ( 32)	43   ( 32)	39   ( 32)	9   ( 32)	-10   ( 32)	77   ( 32)	48   ( 32)
T.EmpPriv	71	-86   ( 32)	-89   ( 32)	-44   ( 32)	-26   ( 32)	77   ( 32)	65   ( 32)	-15   ( 32)	-83   ( 32)	-89   ( 32)	-94   ( 32)	26   ( 32)	34   ( 32)	-83   ( 32)	-53   ( 32)	58   ( 32)
T.Outros	72	-73   ( 32)	-65   ( 32)	39   ( 32)	91   ( 32)	-74   ( 32)	33   ( 32)	-99   ( 32)	-85   ( 32)	55   ( 32)	-88   ( 32)	-36   ( 32)	56   ( 32)	-100   ( 32)	-67   ( 32)	-100   ( 32)
R.Norte	73	0   ( 32)	-65   ( 32)	-15   ( 32)	-98   ( 32)	-23   ( 32)	-41   ( 32)	-26   ( 32)	-33   ( 32)	-100   ( 32)	-88   ( 32)	-85   ( 32)	-56   ( 32)	48   ( 32)	73   ( 32)	96   ( 32)
R.NordEste	74	17   ( 32)	28   ( 32)	48   ( 32)	-7   ( 32)	9   ( 32)	-48   ( 32)	-6   ( 32)	6   ( 32)	55   ( 32)	40   ( 32)	-5   ( 32)	-20   ( 32)	8   ( 32)	-18   ( 32)	-14   ( 32)
R.SulEste	75	46   ( 32)	-19   ( 32)	-34   ( 32)	22   ( 32)	7   ( 32)	82   ( 32)	49   ( 32)	55   ( 32)	-30   ( 32)	-32   ( 32)	57   ( 32)	75   ( 32)	42   ( 32)	-7   ( 32)	-10   ( 32)
R.Sul	76	-100   ( 32)	-93   ( 32)	-100   ( 32)	77   ( 32)	33   ( 32)	-41   ( 32)	27   ( 32)	-49   ( 32)	-100   ( 32)	-100   ( 32)	-85   ( 32)	-100   ( 32)	-100   ( 32)	-10   ( 32)	-26   ( 32)
R.maisl	77	0   ( 32)	100   ( 32)	57   ( 32)	-26   ( 32)	-100   ( 32)	-100   ( 32)	-39   ( 32)	-49   ( 32)	93   ( 32)	100   ( 32)	93   ( 32)	9   ( 32)	-100   ( 32)	-10   ( 32)	-100   ( 32)
R.Internacional	78	-100   ( 32)	-65   ( 32)	-100   ( 32)	77   ( 32)	-74   ( 32)	33   ( 32)	-100   ( 32)	-100   ( 32)	-38   ( 32)	-63   ( 32)	-100   ( 32)	-100   ( 32)	-100   ( 32)	-10   ( 32)	-100   ( 32)

		46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Q54	46	100   ( 32)	-10   ( 32)	48   ( 32)	14   ( 32)	78   ( 32)	19   ( 32)	-18   ( 32)	18   ( 32)	-34   ( 32)	-25   ( 32)	40   ( 32)	26   ( 32)	-3   ( 32)	-8   ( 32)	-34   ( 32)
Q55	47	-10   ( 32)	100   ( 32)	26   ( 32)	75   ( 32)	47   ( 32)	48   ( 32)	-77   ( 32)	77   ( 32)	-6   ( 32)	4   ( 32)	2   ( 32)	15   ( 32)	-63   ( 32)	47   ( 32)	-6   ( 32)
Q56	48	48   ( 32)	26   ( 32)	100   ( 32)	18   ( 32)	90   ( 32)	41   ( 32)	-20   ( 32)	20   ( 32)	53   ( 32)	-25   ( 32)	-23   ( 32)	-68   ( 32)	16   ( 32)	12   ( 32)	53   ( 32)
Q57	49	14   ( 32)	75   ( 32)	18   ( 32)	100   ( 32)	57   ( 32)	8   ( 32)	-17   ( 32)	17   ( 32)	36   ( 32)	12   ( 32)	-41   ( 32)	66   ( 32)	-68   ( 32)	8   ( 32)	36   ( 32)
Q58	50	78   ( 32)	47   ( 32)	90   ( 32)	57   ( 32)	100   ( 32)	70   ( 32)	-33   ( 32)	33   ( 32)	-28   ( 32)	16   ( 32)	8   ( 32)	-49   ( 32)	-47   ( 32)	55   ( 32)	-28   ( 32)
Q59	51	19   ( 32)	48   ( 32)	41   ( 32)	8   ( 32)	70   ( 32)	100   ( 32)	-26   ( 32)	26   ( 32)	-54   ( 32)	39   ( 32)	5   ( 32)	-13   ( 32)	-7   ( 32)	10   ( 32)	-54   ( 32)
Feminino	52	-18   ( 32)	-77   ( 32)	-20   ( 32)	-17   ( 32)	-33   ( 32)	-26   ( 32)	100   ( 35)	-100   ( 35)	20   ( 35)	20   ( 35)	-33   ( 35)	65   ( 35)	-26   ( 35)	-11   ( 35)	20   ( 35)
Masculino	53	18   ( 32)	77   ( 32)	20   ( 32)	17   ( 32)	33   ( 32)	26   ( 32)	-100   ( 35)	100   ( 35)	-20   ( 35)	-20   ( 35)	33   ( 35)	-65   ( 35)	26   ( 35)	11   ( 35)	-20   ( 35)
FE_20a35	54	-34   ( 32)	-6   ( 32)	53   ( 32)	36   ( 32)	-28   ( 32)	-54   ( 32)	20   ( 35)	-20   ( 35)	100   ( 35)	-100   ( 35)	-100   ( 35)	48   ( 35)	83   ( 35)	-88   ( 35)	100   ( 35)
FE_36a50	55	-25   ( 32)	4   ( 32)	-25   ( 32)	12   ( 32)	16   ( 32)	39   ( 32)	20   ( 35)	-20   ( 35)	-100   ( 35)	100   ( 35)	-100   ( 35)	-10   ( 35)	15   ( 35)	-8   ( 35)	-100   ( 35)
FE_51a70	56	40   ( 32)	2   ( 32)	-23   ( 32)	-41   ( 32)	8   ( 32)	5   ( 32)	-33   ( 35)	33   ( 35)	-100   ( 35)	-100   ( 35)	100   ( 35)	-42   ( 35)	-100   ( 35)	91   ( 35)	-100   ( 35)
T_Superior	57	26   ( 32)	15   ( 32)	-68   ( 32)	66   ( 32)	-49   ( 32)	-13   ( 32)	65   ( 35)	-65   ( 35)	48   ( 35)	-10   ( 35)	-42   ( 35)	100   ( 35)	-100   ( 35)	-100   ( 35)	48   ( 35)
T_Mestrado	58	-3   ( 32)	-63   ( 32)	16   ( 32)	-68   ( 32)	-47   ( 32)	-7   ( 32)	-26   ( 35)	26   ( 35)	83   ( 35)	15   ( 35)	-100   ( 35)	-100   ( 35)	100   ( 35)	-100   ( 35)	83   ( 35)
T_Doutorado	59	-8   ( 32)	47   ( 32)	12   ( 32)	8   ( 32)	55   ( 32)	10   ( 32)	-11   ( 35)	11   ( 35)	-88   ( 35)	-8   ( 35)	91   ( 35)	-100   ( 35)	-100   ( 35)	100   ( 35)	-88   ( 35)
TG_5a10	60	-34   ( 32)	-6   ( 32)	53   ( 32)	36   ( 32)	-28   ( 32)	-54   ( 32)	20   ( 35)	-20   ( 35)	100   ( 35)	-100   ( 35)	-100   ( 35)	48   ( 35)	83   ( 35)	-88   ( 35)	100   ( 35)
TG_11a20	61	-35   ( 32)	-11   ( 32)	-32   ( 32)	2   ( 32)	6   ( 32)	44   ( 32)	20   ( 35)	-20   ( 35)	-100   ( 35)	99   ( 35)	-84   ( 35)	-10   ( 35)	15   ( 35)	-8   ( 35)	-100   ( 35)
TG_mais_20	62	48   ( 32)	13   ( 32)	-16   ( 32)	-34   ( 32)	16   ( 32)	-1   ( 32)	-33   ( 35)	33   ( 35)	-100   ( 35)	-84   ( 35)	99   ( 35)	-42   ( 35)	-100   ( 35)	91   ( 35)	-100   ( 35)
F.PlanUrb	63	52   ( 32)	-87   ( 32)	29   ( 32)	-68   ( 32)	36   ( 32)	-33   ( 32)	-14   ( 35)	14   ( 35)	-12   ( 35)	-56   ( 35)	48   ( 35)	-100   ( 35)	-2   ( 35)	35   ( 35)	-12   ( 35)
F.Eng.Geotec	64	4   ( 32)	53   ( 32)	14   ( 32)	38   ( 32)	-10   ( 32)	15   ( 32)	-45   ( 35)	45   ( 35)	26   ( 35)	-5   ( 35)	-19   ( 35)	42   ( 35)	6   ( 35)	-25   ( 35)	26   ( 35)
F.CieBiolog	65	-91   ( 32)	26   ( 32)	0   ( 32)	-26   ( 32)	-41   ( 32)	-48   ( 32)	38   ( 35)	-38   ( 35)	88   ( 35)	-100   ( 35)	-56   ( 35)	38   ( 35)	37   ( 35)	-50   ( 35)	88   ( 35)
F.Hidrologia	66	-73   ( 32)	-58   ( 32)	-51   ( 32)	-100   ( 32)	-90   ( 32)	-44   ( 32)	100   ( 35)	-100   ( 35)	-100   ( 35)	12   ( 35)	49   ( 35)	-100   ( 35)	-100   ( 35)	100   ( 35)	-100   ( 35)
F.CHumanas	67	-20   ( 32)	19   ( 32)	22   ( 32)	30   ( 32)	52   ( 32)	61   ( 32)	38   ( 35)	-38   ( 35)	-100   ( 35)	88   ( 35)	-56   ( 35)	38   ( 35)	-19   ( 35)	-7   ( 35)	-100   ( 35)
F.CSociais	68	63   ( 32)	15   ( 32)	-84   ( 32)	53   ( 32)	-8   ( 32)	25   ( 32)	-100   ( 35)	100   ( 35)	-100   ( 35)	12   ( 35)	49   ( 35)	-100   ( 35)	20   ( 35)	9   ( 35)	-100   ( 35)
T.Academico	69	15   ( 32)	8   ( 32)	40   ( 32)	3   ( 32)	52   ( 32)	-1   ( 32)	26   ( 35)	-26   ( 35)	-45   ( 35)	-15   ( 35)	56   ( 35)	-85   ( 35)	-75   ( 35)	94   ( 35)	-45   ( 35)
T.AgGov	70	34   ( 32)	-73   ( 32)	-15   ( 32)	47   ( 32)	9   ( 32)	50   ( 32)	16   ( 35)	-16   ( 35)	-10   ( 35)	82   ( 35)	-100   ( 35)	51   ( 35)	85   ( 35)	-100   ( 35)	-10   ( 35)
T.EmpPriv	71	-22   ( 32)	-18   ( 32)	-78   ( 32)	-50   ( 32)	-97   ( 32)	-44   ( 32)	-22   ( 35)	22   ( 35)	71   ( 35)	-100   ( 35)	-22   ( 35)	94   ( 35)	20   ( 35)	-100   ( 35)	71   ( 35)
T.Outros	72	-91   ( 32)	76   ( 32)	15   ( 32)	-100   ( 32)	-43   ( 32)	-37   ( 32)	-100   ( 35)	100   ( 35)	45   ( 35)	-100   ( 35)	15   ( 35)	-100   ( 35)	52   ( 35)	-27   ( 35)	45   ( 35)
R.Norte	73	-61   ( 32)	29   ( 32)	15   ( 32)	81   ( 32)	24   ( 32)	7   ( 32)	-100   ( 35)	100   ( 35)	-100   ( 35)	45   ( 35)	15   ( 35)	-100   ( 35)	100   ( 35)	-100   ( 35)	-100   ( 35)
R.NordEste	74	-39   ( 32)	23   ( 32)	25   ( 32)	23   ( 32)	11   ( 32)	78   ( 32)	45   ( 35)	-45   ( 35)	71   ( 35)	38   ( 35)	-73   ( 35)	18   ( 35)	67   ( 35)	-58   ( 35)	71   ( 35)
R.SulEste	75	83   ( 32)	-41   ( 32)	21   ( 32)	-42   ( 32)	45   ( 32)	-31   ( 32)	-7   ( 35)	7   ( 35)	-100   ( 35)	-26   ( 35)	75   ( 35)	38   ( 35)	-100   ( 35)	45   ( 35)	-100   ( 35)
R.Sul	76	17   ( 32)	-100   ( 32)	-100   ( 32)	-100   ( 32)	-93   ( 32)	-100   ( 32)	-100   ( 35)	100   ( 35)	45   ( 35)	-100   ( 35)	15   ( 35)	-100   ( 35)	52   ( 35)	-27   ( 35)	45   ( 35)

