

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL EM MUNICÍPIOS**

RODRIGO BECKER MIRANDA

**INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL DOS RECURSOS
HÍDRICOS DA MICROBACIA DO RIO CASCAVEL NO MUNICÍPIO DE
CASCAVEL/PR**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

MEDIANEIRA

2018

RODRIGO BECKER MIRANDA



**INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL DOS RECURSOS
HÍDRICOS DA MICROBACIA DO RIO CASCAVEL NO MUNICÍPIO DE
CASCAVEL/PR**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós Graduação em Gestão Ambiental em Municípios - Polo UAB do Município de Foz do Iguaçu, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Medianeira.

EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA
Orientador: Prof^a. Dr. Eduardo Borges Lied

MEDIANEIRA

2018



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Especialização em Gestão Ambiental em Municípios



TERMO DE APROVAÇÃO

Indicadores de Qualidade Ambiental dos Recursos Hídricos da Microbacia do Rio
Cascavel no Município de Cascavel/PR

Por

Rodrigo Becker Miranda

Esta monografia foi apresentada às 10h do dia 01 **de setembro de 2018** como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios - Polo de Foz do Iguaçu, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Eduardo Borges Lied
UTFPR – Câmpus Medianeira
(orientador)

Profª Dra Cristiane Lionco Zeferino
UTFPR – Câmpus Medianeira

Profª. Dra. Renata Mello Giona
UTFPR – Câmpus Medianeira

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso-

Dedico este trabalho a todos aqueles, que acreditam na transformação dos conflitos de nosso planeta, em busca de um mundo de grande harmonia, a partir da autotransformação e auto responsabilidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao dom da vida, por esta oportunidade; ao exemplo de todos os antepassados, que dedicaram sua energia à construção de um mundo melhor; agradeço a família Becker Miranda, minha origem terrena, que de modo cuidadoso e amoroso me encaminhou os primeiros passos, os primeiros ensinamentos e buscas; agradeço aos demais familiares, amigos, irmãos de coração por cada momento, compartilhamento e aprendizado mútuo; agradeço a Heloisa Azevedo Brasil, por seu amor e escolha de caminhar ao meu lado, na busca pelo autoconhecimento e evolução.

Por fim, agradeço a você, que lê, escuta, enxerga e/ou sente esta mensagem; gratidão por sua existência, por ser quem é, por sua consciência no mundo, por seus aprendizados, atitudes e pensamentos que auxiliam na transformação positiva de nosso planeta.

“Todo sistema é um “hólon” – ou seja, é tanto algo inteiro em si mesmo, compreendido por subsistemas, como é simultaneamente parte integral de um sistema maior”. (MACY e BROWN, 2004.)

RESUMO

MIRANDA, R.B. Indicadores de Qualidade Ambiental dos Recursos Hídricos da Microbacia do Rio Cascavel no Município de Cascavel/PR. 2018. 55 p. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

A água é um recurso natural, essencial para a vida humana e para o funcionamento dos ecossistemas. Para tanto é preciso que ela se encontre no ambiente em quantidade e qualidade suficientes. As bacias que contêm mananciais de abastecimento, como é o caso da microbacia do rio Cascavel, devem receber tratamento especial e diferenciado, uma vez que a água do rio principal é para abastecimento da maior parte da população da cidade. Sabe-se que a qualidade da água do rio depende da forma pela qual os demais trechos da bacia são manejados. A manutenção sustentável do recurso água, envolve, dentre outros aspectos o desenvolvimento de instrumentos gerenciais de proteção, planejamento e utilização do recurso hídrico, adequando o planejamento urbano ou rural, à vocação natural do sistema hídrico. Neste sentido os indicadores ambientais, aplicados ao monitoramento da qualidade dos recursos hídricos, são ferramentas imprescindíveis em momentos de tomada de decisão, planejamento e monitoramento. Neste contexto o presente trabalho objetivou a proposição de um conjunto de indicadores aplicáveis ao controle e monitoramento da qualidade ambiental dos recursos hídricos da microbacia do rio Cascavel. A partir da análise de sistemas de indicadores de qualidade dos recursos hídricos existentes, da definição de uma metodologia de organização dos indicadores (Modelo Pressão-Estado-Impacto/Efeito-Resposta-Gestão), da construção de um mapa cognitivo de indicadores relativos a temática objetivada, da análise e validação da proposta por membros do Conselho de Meio Ambiente de Cascavel, foi obtido como resultado um total de trinta e um indicadores, relativos a cinco temáticas distintas (Social, Biodiversidade, Uso do Solo, Saneamento Básico, Mananciais e Gestão).

Palavras-chave: Gestão Ambiental. Recursos hídricos. Indicadores.

ABSTRACT

MIRANDA, R.B. Indicators of Environmental Quality of Water Resources of the Cascavel River Microbasin in the Municipality of Cascavel/PR. 2018. 55 p. Monograph (Specialization in Environmental Management in Municipalities). Federal Technological University of Paraná, Medianeira, 2018

Water is a natural resource essential to human life and to the functioning of ecosystems. To do so, it must be in the environment in sufficient quantity and quality. The basins that contain supply springs, such as the Cascavel river microbasin, should receive special and differential treatment, since the water of the main river is used to supply most of the population of the city. It is known that the water quality of the river depends on the way in which the other stretches of the river are managed. The sustainable maintenance of the water resource involves, among other aspects, the development of management tools for the protection, planning and use of water resources, adapting urban or rural planning to the natural vocation of the water system. In this sense, the environmental indicators, applied to the monitoring of the quality of water resources, are indispensable tool in moments of decision making, planning and monitoring. In this context, the present work aimed at proposing a set of indicators applicable to the control and monitoring of the environmental quality of the water resources of the Cascavel river basin. Based on the analysis of systems of quality indicators of existing water resources, the definition of a methodology for the organization of indicators (Pressure-State-Impact / Effect-Response-Management Model), the construction of a cognitive map of thematic indicators objective, analysis and validation of the proposal by members of the Cascavel Environment Council resulted in a total of thirty-one indicators related to five distinct themes (Social, Biodiversity, Land Use, Basic Sanitation, Water Supply and Management).

Keywords: Environmental management. Water resources. Indicators.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Pirâmide de Informação	4
Figura 2. Vantagens Contribuídas pelo Uso dos Indicadores	6
Figura 3. Etapas para Construção de um Indicador Sintético	7
Figura 4. Triângulo de Latour.	9
Figura 5. Localização do Município de Cascavel em Relação ao Paraná	12
Figura 6. Limites das Bacias Hidrográficas e Área Urbana de Cascavel/PR	14
Figura 7. Microbacia do Rio Cascavel.....	16
Figura 8. Leito do Rio Cascavel	17
Figura 9. Mapa Cognitivo dos Indicadores de Qualidade de Recursos Hídricos em Potencial.....	21
Figura 10. Margem do Rio Cascavel.	24
Figura 11. Área de Monocultivo Convencional Localizado a Margem do Rio Cascavel.....	26
Figura 12. (A) Ponto de Lançamento de um Canal de Drenagem de Água Pluvial e; (B) Assoreamento da Calha do Rio Cascavel.	27
Figura 13. Edificações Localizadas Dentro da Área de Preservação Permanente do Rio Cascavel.	28
Figura 14. Dinâmica da Água em uma Área Não Urbanizada (a) e em uma Área Urbanizada (b).....	30
Figura 15. Pontos Com Acúmulo de Resíduos no Rio Cascavel.....	31
Figura 16. Fonte Urbana e Nascentes do Rio Cascavel.	33
Figura 17. IQA da Estação Estreito do Iguaçu Novo.	35
Figura 18. Moradores Realizando Análise de Bioindicadores.	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Listagem e Classificação dos Indicadores do <i>Cluster</i> Biodiversidade	23
Tabela 2. Listagem e Classificação dos Indicadores do <i>Cluster</i> Uso do Solo	25
Tabela 3. Listagem e Classificação dos Indicadores do <i>Cluster</i> Saneamento Básico	28
Tabela 4. Listagem e Classificação dos Indicadores do <i>Cluster</i> Mananciais	32
Tabela 5. Listagem e Classificação dos Indicadores do <i>Cluster</i> Gestão dos Recursos Hídricos	37

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	4
2.1 INDICADORES	4
2.1.1 Aplicabilidade dos Indicadores	5
2.1.2 Indicadores de qualidade ambiental de recursos hídricos.....	6
2.1.3 Construção dos Indicadores.....	7
2.1.4 Análise dos Indicadores	8
2.2 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL APLICADA AOS RECURSOS HÍDRICOS	9
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA	12
3.1 LOCAL DE ESTUDO	12
3.2 COMPOSIÇÃO E SISTEMATIZAÇÃO DOS INDICADORES	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 SELEÇÃO DOS INDICADORES PRIMÁRIOS	20
4.1.1 Mapa Cognitivo	20
4.3 AGRUPAMENTOS	22
4.3.1 Biodiversidade	23
4.3.2 Uso do Solo	25
4.3.3 Saneamento Básico.....	28
4.3.4 Mananciais	32
4.3.5 Gestão dos Recursos Hídricos	36
4.4 SISTEMA DE INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL	38
4.4.1 Operacionalização do Sistema.....	41
4.4.1.1 Coleta de dados.....	41
4.4.1.2 Apresentação.....	42
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
REFERÊNCIAS	45
ANEXO I – PROPOSTA DE FICHA-SÍNTESE PARA OS INDICADORES	50

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural, essencial para a vida humana e para o funcionamento dos ecossistemas. Para tanto é preciso que ela se encontre no ambiente em quantidade e qualidade suficientes, o que naturalmente tem se perdurado ao longo da evolução do planeta. Porém, a partir da ação humana uma parte considerável da água, especialmente da água doce, se tornou contaminada e teve sua dinâmica natural fortemente afetada por sucessivas alterações do ambiente.

A íntima relação do ser humano com o meio que o cerca, é o resultado de milhares de anos de coexistência, evolução, transformação e adaptação. Certamente uma relação saudável e sustentável envolve o equilíbrio entre oferecer e receber, cuidar e ser cuidado. Boff (2012) afirma que o modo-de-ser cuidado revela de maneira concreta como é o ser humano. Que se não receber cuidado, desde o nascimento até a morte, o ser humano desestrutura-se, definha, perde sentido e morre. Afirma ainda que se, ao largo da vida, não fizer com cuidado tudo o que empreender, acabará por prejudicar a si mesmo e por destruir o que estiver à sua volta.

A história contemporânea, em especial o período pós Segunda Guerra Mundial e Revolução Industrial, nos retrata o quão intenso foi e está sendo o processo de transformação do meio ambiente. Tem-se hoje um modo de desenvolvimento centrado no controle e exploração da natureza e de seus recursos. Isso para garantir a expansão contínua do sistema econômico predominante e a manutenção do atual estilo de vida criado para as pessoas, o qual está ancorado sobre o consumo e o desperdício.

Em 1972 foi realizado um estudo, em profundidade, sobre a questão ambiental internacional, foi o informe *Limites do Crescimento*, produzido por um grupo multidisciplinar de cientistas do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*). Segundo o informe, se as variáveis analisadas mantivessem seus respectivos ritmos de evolução, em aproximadamente um século o planeta perderia a capacidade de subministrar as demandas do setor industrial (FIGUEIREDO, F.F. e CRUZ, F.M.R., 2013). Em 1992, este documento foi revisado, originando um novo documento chamado: *Para além dos limites do crescimento*. Nesta segunda edição foi exposto que o principal problema da humanidade está associado à contaminação e à escassez de recursos naturais.

Promover o desenvolvimento das cidades de modo pensado, com ações que recuperem os danos causados, medidas de prevenção de eventos de elevado impacto negativo e a multiplicação de ações que promovam a melhoria da qualidade ambiental, são ações que revelam um modo de ser cuidadoso e eficiente. Para tanto é preciso que aqueles que estejam dispostos a adotar tal atitude estejam munidos de instrumentos que favoreçam o trabalho, a gestão ambiental é um deles.

A gestão ambiental pode ser definida como um conjunto de práticas que levam em conta a saúde e a segurança das pessoas e a proteção do meio ambiente, através da eliminação ou minimização de impactos ambientais decorrentes de empreendimentos ou atividades humanas, incluindo-se todas as fases do ciclo de vida.

Ao se adentrar na gestão ambiental com foco nos recursos hídricos, tem-se uma forma de olhar que objetiva a sustentabilidade, por meio da busca em se implementar ações destinadas a: Regulação do uso da água, controle e proteção os recursos hídricos. Para tanto, é preciso que toda ação antrópica, com relação direta ou indireta com tais recursos, esteja em conformidade com a legislação e normas técnicas pertinentes.

Barbosa (2008) afirma que “a água potável é um recurso natural finito e sua quantidade usável, per capita, diminui a cada dia com o crescimento da população mundial e com a degradação dos mananciais”. Logo, é urgente a necessidade de desenvolvimento de ferramentas de avaliação e controle dos recursos hídricos, de modo que os impactos ambientais relacionados aos recursos hídricos possam progressivamente diminuir.

Algo somente poderá ser controlado e protegido ao passo que puder, respectivamente, ser medido e conhecido. Neste sentido os indicadores ambientais, aplicados ao monitoramento da qualidade dos recursos hídricos, tornam-se ferramenta imprescindível na tomada de decisão dos atores sociais envolvidos com a gestão dos recursos hídricos.

Ao longo de dois anos de participação no COMAM – Conselho de Meio Ambiente de Cascavel/PR, em especial nos últimos meses fazendo parte da Comissão de Recursos Hídricos, frequentemente foram feitas perguntas como: Como está a qualidade dos rios de Cascavel? Como está a qualidade das águas das fontes dos parques e praças? De que maneira e com qual prioridade se irá atuar, quanto conselho, na implementação de ações de melhoria da qualidade dos recursos hídricos

na cidade? A inexistência de uma resposta satisfatória motivou a busca por uma ferramenta que possibilite acessar com facilidade as respostas destes questionamentos.

Deste modo, com fins a construção de um sistema de indicadores ambientais passível de ser utilizado no Conselho de Meio Ambiente de Cascavel e em outras organizações relacionadas a temática recursos hídricos, este trabalho tem o objetivo de propor um conjunto de indicadores, aplicável ao controle e monitoramento da qualidade ambiental dos recursos hídricos da microbacia do rio Cascavel, por meio da análise de sistemas de indicadores já em operação, ou propostos em artigos científicos, relacionados a qualidade dos recursos hídricos, e seleção de uma metodologias de sistematização destes indicadores.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 INDICADORES

Segundo PNIA (2012) os indicadores ambientais, na medida do possível, devem responder a três funções essenciais e complementares: a função científica - Avaliar o estado do meio ambiente; a função política - Contribuir para identificar prioridades e avaliar o desempenho das políticas públicas setoriais, permitindo evitar o desperdícios de recursos públicos e o desencontro com as expectativas da sociedade; e a função social - Facilitar uma ampla comunicação e incentivar a responsabilidade ambiental dos atores sociais.

Na visão da OECD (1993), as principais funções dos indicadores ligam-se à redução do número de medidas e parâmetros necessários para gerar uma representação exata de uma dada situação, além de simplificarem o processo de comunicação com o usuário, resumindo os resultados das medições feitas no sistema em análise. Observa-se o sentido do resumo das informações por meio da Figura 1, que apresenta uma pirâmide de informações, onde na base tem-se a realidade observada, ou dados originais. Ao passo que estas informações vão sendo sintetizadas, chega-se ao ápice que são os índices.

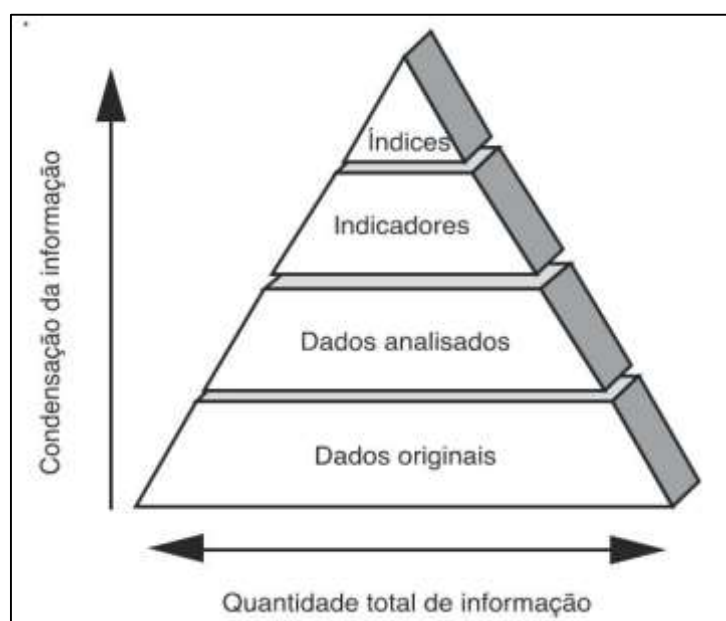


Figura 1. Pirâmide de Informação

Fonte: GOUZEE et al., 1995 e BRAAT, 1991 apud PNIA (2012)

As camadas da pirâmide não são categorias independentes, visto que são utilizadas as informações existentes no nível anterior para construir a camada posterior, indicando assim um aumento no conteúdo de informação, assim como, no grau de consolidação e simplificação desta. Na parte superior da pirâmide encontram-se os indicadores e índices que representam a forma mais sintética de agrupamento de dados primários, derivados de monitoramentos e análises de dados. Esta estrutura hierárquica baseia-se no princípio de que os índices são “uma agregação matemática de variáveis ou indicadores” (LORENZ et al., 2001) ou de que um índice é frequentemente construído ponderando-se vários indicadores (LENZ et al., 2000), portanto, resultado de um elevado grau de agregação de indicadores.

Januzzi (2001) difere as estatísticas públicas dos indicadores, mostrando que as estatísticas públicas correspondem ao dado social na sua forma bruta, não está inteiramente contextualizado com uma teoria ou com uma finalidade programada, encontra-se parcialmente preparado para uso na interpretação empírica da realidade. As estatísticas públicas, como por exemplo, os dados censitários, estimativas amostrais e registros administrativos, são matéria-prima para a construção de indicadores, uma vez que o indicador faz com que estes dados brutos se tornem informação para orientar a análise e a tomada de decisão.

A OECD (1993) enfatiza que: “devido à simplificação das informações e adaptações necessárias para atender as necessidades dos usuários, os indicadores nem sempre atendem ao rigor científico para demonstrar a rede de causalidade. Desta forma, devem ser considerados como uma expressão do melhor conhecimento disponível.

2.1.1 Aplicabilidade dos Indicadores

Os indicadores podem ser utilizados para diversos fins, com vantagens diferentes em cada contexto. Observa-se na Figura 2 algumas destas vantagens decorrentes da utilização de indicadores.

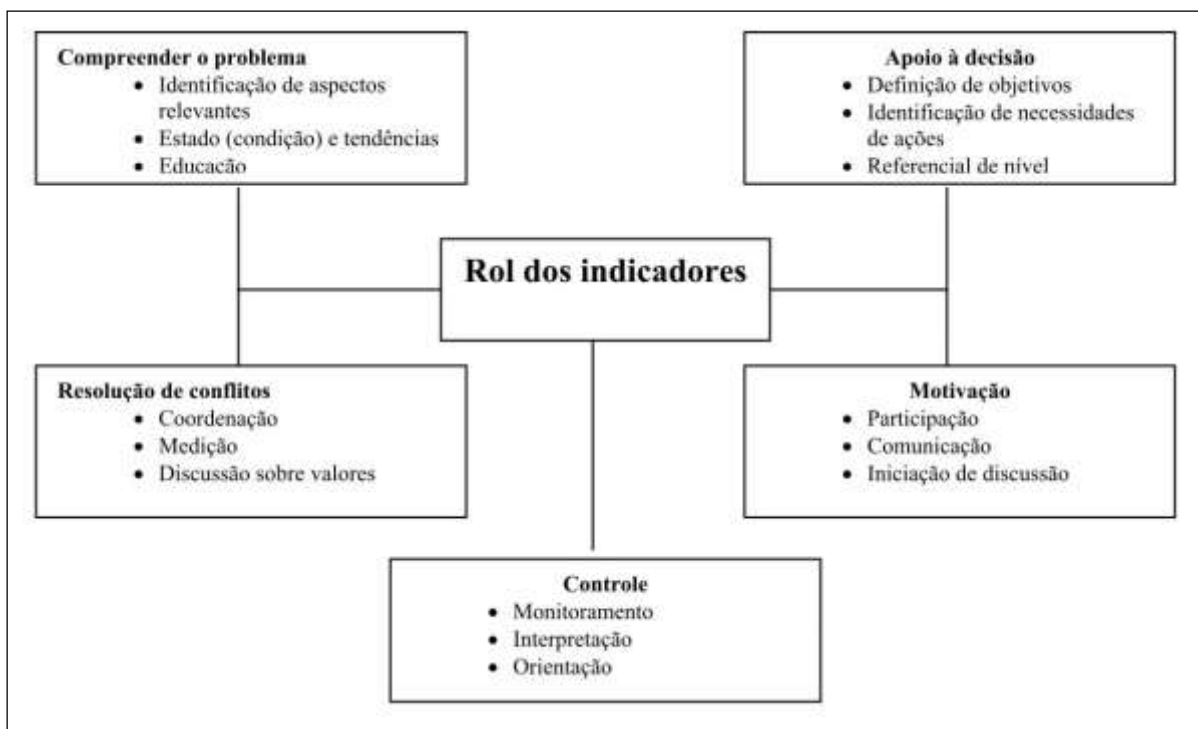


Figura 2. Vantagens Contribuídas pelo Uso dos Indicadores
 Fonte: Clivaz et al. (2002) apud Laura (2004).

De modo mais específico, tem-se a aplicabilidade dos indicadores no âmbito do desenvolvimento urbano (ALBERTI e SUSSKIND, 1996):

- a) monitoramento sistemático das mudanças ambientais;
- b) advertência antecipada dos problemas ambientais;
- c) estabelecimento de metas;
- d) inspeção do desempenho e;
- e) informação e comunicação ao público.

2.1.2 Indicadores de qualidade ambiental de recursos hídricos

Indicadores ambientais são representações do estado de um sistema, uma vez que são elementos específicos de monitoramento (Bakkes et al, 1994 apud Serra, 2002). Deve-se ter claro que indicadores são elementos específicos de um dado processo, logo, indicadores satisfatórios para uma função, podem não o ser para outras; não há um conjunto de indicadores ambientais que seja universal. Sua configuração deverá atender as necessidades de seus usuários.

Focalizando a qualidade ambiental de rios, lagos, nascentes, afloramentos, lençóis freáticos e aquíferos, tem-se variáveis quantitativas e qualitativas em relação

a água. Segundo BRASIL (2014), mananciais que se encontram com as variáveis quantitativas e qualitativas sem uma mínima condição para utilização, é um dos principais fatores que limitam o desenvolvimento das cidades.

Para manutenção sustentável do recurso água, é necessário o desenvolvimento de instrumentos gerenciais de proteção, planejamento e utilização; é preciso que a expansão e desenvolvimento do espaço urbano se adeque a vocação natural do sistema hídrico e não o oposto. Se tratando de bacias hidrográficas que abrigam mananciais de abastecimento, é preciso oferecer um tratamento diferenciado, visto que a qualidade da água que será captada para uso potável da população, depende da forma pela qual os demais trechos da bacia são manejados. Ao observar a microbacia do rio Cascavel observa-se que cerca de 1/6 da área urbana de Cascavel está inserida dentro da microbacia, a montante do ponto de captação na Estação de Tratamento de Água (ETA) da Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR.

2.1.3 Construção dos Indicadores

É preciso observar que a garantia de que os indicadores vão realmente cumprir com a função e decorrente vantagem para o usuário, é necessário que estes indicadores sejam bem construídos. Este processo construtivo dos indicadores envolve algumas etapas básicas, que podem ser observadas no fluxograma na Figura 3.

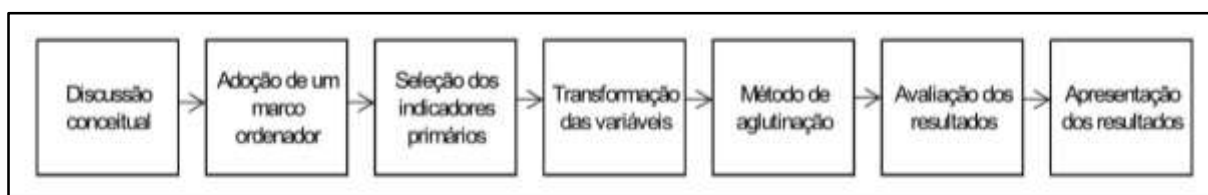


Figura 3. Etapas para Construção de um Indicador Sintético

Fonte: Scandar Neto et al. (2008)

De acordo com o fluxograma tem-se como início do processo a discussão conceitual. Tratando-se da qualidade dos recursos hídricos, esta discussão envolve o entendimento do que é qualidade ambiental? Quais os fatores que influenciam na manutenção da qualidade e quantidade da água dos recursos hídricos? De que forma

nós, quanto sociedade, auxiliamos na melhoria da qualidade ambiental dos recursos hídricos?

Como uma segunda etapa tem-se a adoção de um marco ordenador. Um marco ordenador pode ser uma simples proposta de classificação dos indicadores segundo temas e subtemas, ou estar intimamente relacionado a uma concepção teórica específica sobre o fenômeno estudado, facilitando assim a interpretação destes indicadores dentro da lógica e dos paradigmas próprios desta concepção. Nesta situação, o marco ordenador como que ganha um novo status, passando a ser reconhecido como um “marco conceitual” (NETO et al. 2008).

Segundo Laura (2004) a estrutura conceitual é um guia no processo formativo dos indicadores multinível bem como na análise dos resultados do conjunto de indicadores. Posteriormente tem-se a seleção dos indicadores primários, a transformação das variáveis de modo que possibilite a aplicação de um método de aglutinação, o que possibilita, por sua vez, uma avaliação dos resultados.

2.1.4 Análise dos Indicadores

Com a realização da última etapa de construção do indicador, apresentação dos resultados, retornar-se então a primeira etapa, de modo a discutir-se os conceitos e com isso obter uma nova consciência sobre as influências de certos fatores sobre uma determinada realidade.

A visualização deste fluxo citado pode ser melhor compreendida por meio do triângulo de Latour (Figura 4). Se for observado a base do primeiro triângulo, tem-se a situação real, o fenômeno que se deseja conhecer, cujas características são captadas e a partir daí são carregadas para outro lugar – um centro ou que seja uma base de cálculo, no caso a base do segundo triângulo, onde tal inscrição, o ápice do primeiro triângulo, pode ser padronizado e comparado, amplificando o conhecimento sobre o fenômeno. Posteriormente é possível ampliar novamente o poder de inferência em direção a localidade, num movimento de retorno (NETO, 2006).

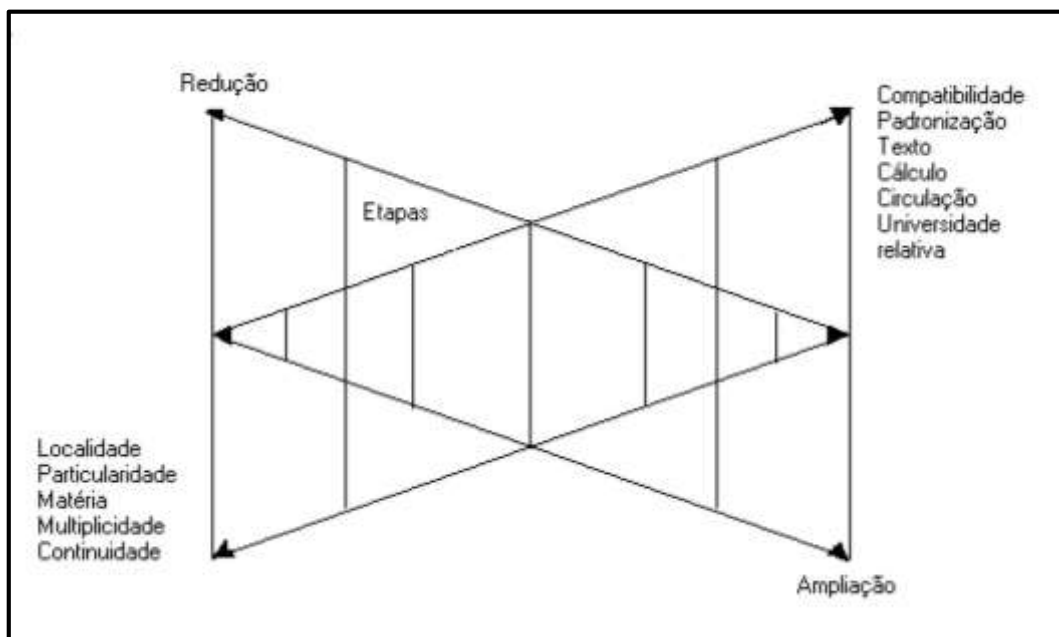


Figura 4. Triângulo de Latour.
Fonte: Neto (2006)

Observando a base do segundo triângulo, entre as definições apresentadas pelo autor, tem-se a padronização, que pode ser interpretada como o arcabouço legal que rege determinada região e situação. Tratando-se dos recursos hídricos, observa-se uma legislação federal, estadual e municipal relacionada, direta e indiretamente, ao tema. A análise das condições e influências que a microbacia do rio Cascavel se encontra é fundamental para escolha dos indicadores ambientais de qualidade dos recursos hídricos, uma vez que posteriormente, no momento de operacionalização destes, a sua compatibilidade com as leis, normas e parâmetros vigentes é fundamental em sua manutenção, revisão e continuidade.

2.2 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL APLICADA AOS RECURSOS HÍDRICOS

De modo a se compreender a legislação vigente, resguardando seus requisitos, fundamentos da aplicabilidade dos indicadores na sociedade, faz-se um breve descritivo de trechos deste arcabouço legal brasileiro relacionado ao meio ambiente, em especial aos recursos hídricos.

Consta na Constituição Federal de 1988, em seu Art. 21 – Compete a União: “XIX – instituir o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso;”

A Constituição apresenta como uma competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios a proteção do meio ambiente e o combate à poluição em qualquer de suas formas; além do registro, acompanhamento e fiscalização das concessões de direito de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios.

No seu Art. 225 a constituição institui os direitos e deveres básicos do cidadão para com o Meio Ambiente, são eles:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Como uma lei submissa a Constituição, encontra-se a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. A presente lei tem por fundamentos e objetivos:

I - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
V- a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da PNRH e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades
Objetivos: assegurar a presente e as futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
III – a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.
IV – Incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais.

A Política Nacional tem ainda por diretrizes a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, biológicas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País; e a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional. Dentre os instrumentos criados para realização dos objetivos, com os direcionamentos e fundamentos citados, os Planos de Recursos Hídricos e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

A Política Estadual de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 12.726 de 26 de novembro de 1999 está bem alinhada com as diretrizes propostas na Política Nacional. Em seu Art. 4º é apresentado, entre outras diretrizes a articulação da gestão

de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional; também a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo e o controle de cheias. Como instrumentos para sua realização está o Plano Estadual de Recursos Hídricos e o Plano de Bacia Hidrográfica.

Observa-se na Política Estadual a característica descentralizadora da gestão. Exemplo disso é a possibilidade dada aos Municípios de se organizarem técnica e administrativamente, para realizar o gerenciamento de recursos hídricos de interesse exclusivamente local, compreendendo, dentre outros, os de bacias hidrográficas, que se situem exclusivamente no seu território. Isso por intermédio do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH/PR).

Por fim, analisando especificamente a Bacia Hidrográfica, verificam-se os Planos de Gestão de Bacia, como a do Paraná 3. A Bacia do Baixo Iguaçu, na qual a microbacia do rio Cascavel encontra-se, ainda não possui um Plano de Bacia elaborado. Foi verificado um documento técnico denominado Descrição e Diagnóstico da Unidade Hidrográfica dos Afluentes do Baixo Iguaçu com Vistas à Criação do Comitê de Bacias. Também foi identificado um Plano de Ação Nacional para a Conservação da Fauna Aquática e Semiaquática do Baixo Iguaçu, com quatro objetivos específicos e trinta e uma ações específicas necessárias a realização dos objetivos.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Pode-se classificar o desenvolvimento deste projeto como uma pesquisa exploratória, uma vez que busca trazer maior familiaridade com o problema proposto, tornando-o mais explícito a partir da contextualização, do questionamento e da revisão bibliográfica (Gil, 2002). O mesmo autor destaca as pesquisas exploratórias em relação ao seu objetivo principal, que busca o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições.

3.1 LOCAL DE ESTUDO

O município de Cascavel está localizado na região Oeste do Estado do Paraná (Figura 5), distante 491 km de Curitiba; com 2.091,401 Km² de extensão (IPARDES, 2013); e segundo Censo Demográfico IBGE 2010 a população total do município era de 286.205 habitantes, sendo que 270.049 residiam a área urbana e 16.156 à área rural.



Figura 5. Localização do Município de Cascavel em Relação ao Paraná
Fonte: Plano Municipal de Coleta Seletiva (2014)

Por estar situada no alto de um espigão, sua hidrografia abrange três bacias hidrográficas a Bacia do rio Piquiri, Bacia do Rio Paraná e Bacia do Rio Iguaçu (Figura 6). O clima da região é subtropical úmido mesotérmico. As precipitações são bem distribuídas sem incidência de seca definida, a umidade relativa do ar fica próxima a 75% e os ventos vão de nordeste/sudoeste e leste/oeste com velocidade média entre 35Km/h a 45Km/h (AMARANTE, 2015).

Realizar o levantamento de dados e a análise da área de uma bacia hidrográfica inteira é um trabalho de intenso planejamento e que oferece dificuldade para realização de seu controle e recuperação ambiental, isso devido a vasta extensão e complexidade do ambiente, logo, dos problemas nele manifestados. Diversos autores (ANDREOLI e SOUZA, 1992; DOUROJEANNI, 1993; FRANK, 1995; FRANK, 1997 apud LAURA, 2004) recomendam a realização do planejamento com caráter estratégico, por meio da setorização da bacia em unidades menores para nelas efetivar o planejamento de caráter mais operacional e prático.

Desta forma, de modo que a bacia hidrográfica seja setorizada sem a perda dos ganhos que a gestão de recursos hídricos com a base geomorfológicos oferece, foi definido a microbacia como a área de abrangência do sistema de indicadores. Entende-se que a união de microbacias formam uma sub-bacia e a união de sub-bacias formam a bacia hidrográfica. Conforme proposta por Faustino (1996) *apud* Teodoro et al. (2007), a microbacia é a área com drenagem direta ao curso principal de uma sub-bacia, possuindo área inferior a 100 Km². Outras referências apresentam um limite de área superior ao apresentado anteriormente.

O critério de escolha desta unidade de planejamento observou o conceito ecológico apresentado por Mosca (2003), atribuído a microbacias, que considera a microbacia como a menor unidade do ecossistema onde pode ser observada a delicada relação de interdependência entre os fatores bióticos e abióticos, sendo que perturbações podem comprometer a dinâmica de seu funcionamento. Observa-se assim a viabilidade de uso deste limite físico como base de identificação e monitoramento, de forma orientada, da condição ambiental dos recursos hídricos, bem como dos impactos ambientais incidentes sobre os mesmos.

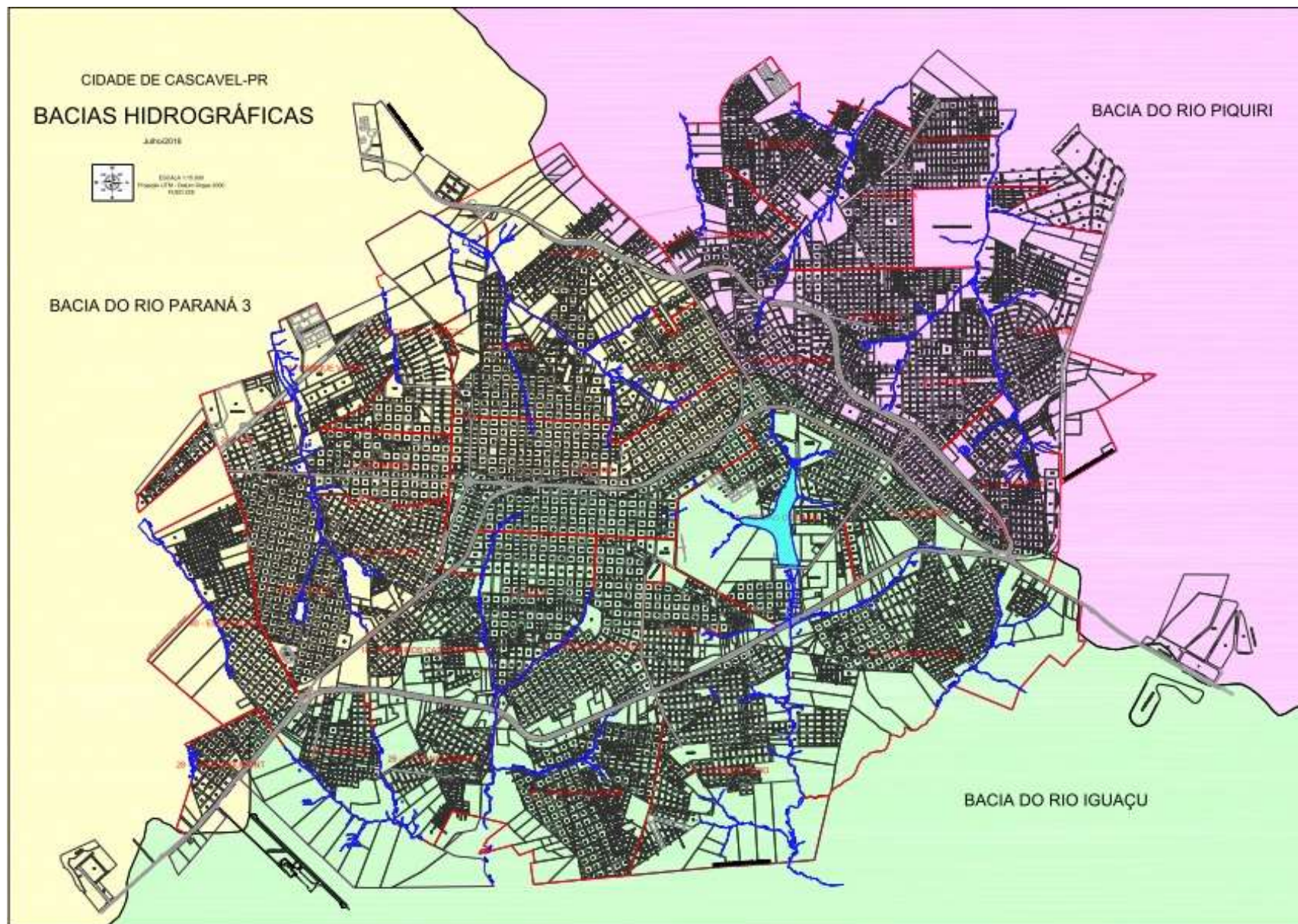


Figura 6. Limites das Bacias Hidrográficas e Área Urbana de Cascavel/PR
Fonte: Prefeitura Municipal (2016)

A microbacia do rio Cascavel (Figura 7) é a primeira microbacia a montante do Rio Andrada, um dos principais afluentes do rio Iguaçu. Além disso é uma das microbacias que drenam as águas de abastecimento público da cidade de Cascavel, visto que a sistema de abastecimento público realiza a captação no rio Cascavel, rio Saltinho e rio Peroba. Segundo Tosin (2005) A microbacia do rio Cascavel possui uma área de drenagem de 117,5 Km².

De acordo com monitoramento da Sanepar, realizado na Estação de Tratamento de Água – 3, a vazão média anual do rio Cascavel é de 2700 m³/h. O ponto de captação de água da ETA - 3 fica a aproximadamente 50m do exutório da microbacia do rio Cascavel, que se dá na afluência do rio Quati.

Segundo informações da Sanepar chega a ETA – 1, onde estão localizados os reservatórios centrais da cidade, 450L/s, advindos da captação do rio Cascavel e do rio Saltinho. Segundo entrevista com um técnico da Sanepar, verificou-se que a demanda da cidade de Cascavel é de aproximadamente 2.000.000m³/mês. 70% desse volume de água são coletados de mananciais superficiais – Rio Cascavel, rio Saltinho e rio Peroba; os outros 30% são oriundos de mananciais subterrâneos, cuja captação ocorre em 16 poços. Na Figura 8 tem-se o registro fotográfico do leito do rio Cascavel, realizado em 2014, em uma ação do corpo de bombeiros e da Sanepar, em que foi percorrido toda a extensão do rio, com fins a verificação e registro de inconformidades.

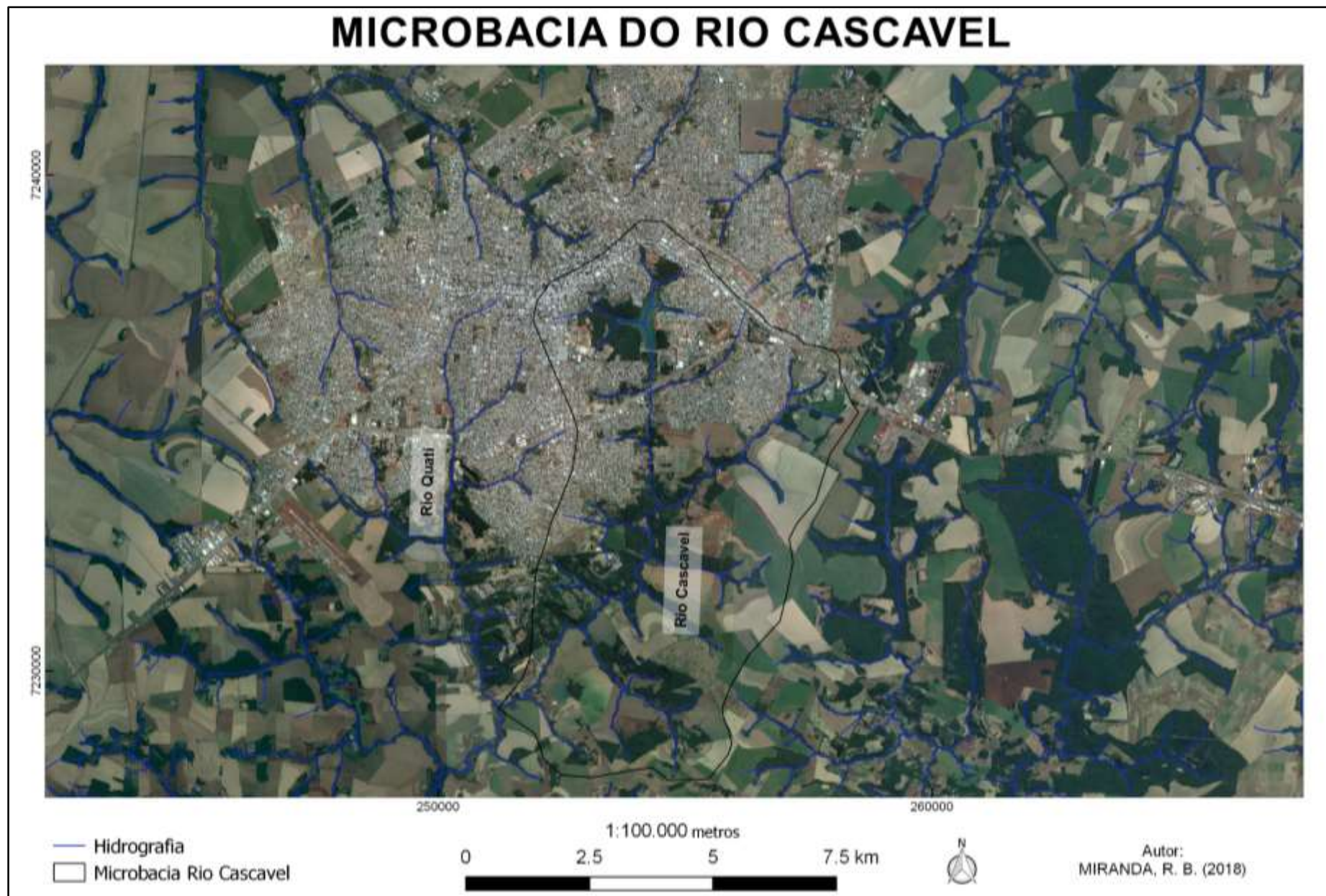


Figura 7. Microbasia do Rio Cascavel



Figura 8. Leito do Rio Cascavel
Fonte: Bombeiros e SANEPAR (2014)

3.2 COMPOSIÇÃO E SISTEMATIZAÇÃO DOS INDICADORES

A composição dos indicadores partiu da busca por responder uma pergunta chave, relacionada ao objetivo geral do trabalho: Como está a qualidade ambiental dos recursos hídricos inseridos dentro da microbacia do rio Cascavel? Desta primeira pergunta derivaram outras, como: Quais os fatores afetam a qualidade ambiental dos recursos hídricos desta microbacia?

Para responder estas perguntas, foi feita a análise de sistemas de indicadores propostos para outras bacias hidrográficas como: Indicadores de Sustentabilidade para Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito da Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré-SP; e Um Método de Modelagem de um Sistema de Indicadores de Sustentabilidade para Gestão dos Recursos Hídricos – MISGERH: o caso da bacia dos Sinos. Também foi utilizado como referência os Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – Brasil do IBGE (2015), os Indicadores a Iniciativa Cidades Emergentes e Sustentáveis (2013), o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Paraná – Produto 2.2 – Indicadores de Avaliação e Monitoramento (2010). Por fim, como forma de composição e apresentação dos indicadores, foi utilizado o modelo proposto pelo Painel Nacional de Indicadores Ambientais (2012).

Após estudo e análise dos indicadores propostos pelas referências supracitadas, foi definido o marco ordenatório dos indicadores. Dentre os modelos de estruturas existentes, optou-se por utilizar a estrutura Pressão-Estado-Impacto/Efeito-Resposta-Gestão (P-E-I/E-R-G). O modelo P-E-I/E-R-G é uma variação do modelo da

OECD, proposto por Winograd et al. (1995) para o estudo de indicadores ambientais e de sustentabilidade para a América Latina e Caribe.

Conforme apresentado por Winograd et al. (1996) o modelo P-E-I/E-R-G se baseia no desenvolvimento de cinco grupos de indicadores. O primeiro observa as causas, diretas ou indiretas, dos problemas ambientais (Pressão sobre o meio ambiente); o segundo está relacionado à qualidade ou condição do meio ambiente e dos recursos naturais, assim como o estado com que a sociedade se encontra (Estado do meio ambiente); o terceiro observa o impacto e efeito das mudanças de estado do ecossistema, oriundos das atividades humanas (Impacto no meio ambiente e na sociedade); o quarto refere-se às medidas que a sociedade assume e se esforça, na resolução de situações relacionadas ao meio ambiente (Respostas sobre o meio ambiente); o quinto grupo são indicadores de gestão, relacionados à gestão de instrumentos técnicos, jurídicos e econômicos relacionados a temática em questão.

Esta forma de disposição dos indicadores, organizados em grupos temáticos, possibilita uma boa visualização das relações entre eles, ou seja, a partir do resultado dos indicadores a síntese criada por grupo, pode oferecer um panorama adequado do estado do ambiente, assim como os focos de ação. Estas vantagens são diretamente aplicáveis as necessidades do COMAM e de outros órgãos gestores relacionados a temática dos recursos hídricos de Cascavel.

UNEP (2001) apresenta que tanto a escolha do modelo mais adequado como do conjunto de indicadores selecionados, deve ser centrado as necessidades e prioridades dos usuários – decisores, sociedade civil e técnicos, responsáveis em última instância pela utilização desse tipo de informação. Portanto, definida a estrutura conceitual foi feito o levantamento dos indicadores em potencial. O levantamento foi feito a partir de um mapa cognitivo, com fim a se mapear o máximo de atributos relacionados à qualidade ambiental dos recursos hídricos, com olhos as especificidades da microbacia do rio Cascavel.

O processo de construção do mapa cognitivo, permite materializar o “modelo de pensamento sistêmico” de um grupo de atores sob uma realidade concreta. Estas estruturas não servem somente como guias para identificar os indicadores, mas também se constituem em fonte de geração de indicadores chaves, dos quais derivam outros indicadores. Posterior ao levantamento dos indicadores em potencial, estes foram planilhados, reavaliados e aprimorados, de modo que pudessem ser efetivamente listados na forma de indicadores primários.

Estes indicadores foram então organizados em *clusters*, ou temas afins, e apresentados em tabelas com seu número respectivo e sua classificação mediante os conceitos: Pressão, estado, impacto/efeito, resposta ou gestão (P-E-I/E-R-G). Uma vez organizados os indicadores foram apresentados em uma reunião ordinária do Conselho de Meio Ambiente. Foi solicitado aos conselheiros presentes a avaliação e proposição de alteração dos indicadores propostos. A partir desta análise foi definido uma versão final dos indicadores, cada qual organizado em seu tema afim.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 SELEÇÃO DOS INDICADORES PRIMÁRIOS

Definido o conceito que se deseja operacionalizar – Qualidade ambiental dos recursos hídricos da microbacia do rio Cascavel; e feita a escolha do marco ordenador – Modelo P-E-I/E-R-G, a próxima etapa para constituição de um sistema de indicadores para o acompanhamento de uma dada realidade social é a eleição de indicadores para compor o sistema (NETO, 2006).

De forma a se buscar o máximo de variáveis possíveis, juntamente com os indicadores pesquisados nos estudos de caso de outras microbacias, foi utilizado o mapa cognitivo, uma ferramenta sistemática e livre, para levantamento dos indicadores.

4.1.1 Mapa Cognitivo

Nesta etapa não há preocupações com o entendimento do problema e a partir daí poder enxergar os indicadores chaves que realmente captam a complexidade do sistema (LAURA, 2004). Inicialmente, o mapa cognitivo foi proposto para se fazer estratégias (EDEN e ACKERMANN, 1998), mas também são propostos para identificar critérios e fazer modelagem, dentro da metodologia multicritério, de apoio à decisão (MONTIBELLER, 2001).

Na Figura 9 é possível visualizar o mapa cognitivo realizado. Foi utilizado o *Software Mindjet* para composição do mapa. Observa-se que em cada indicador já foi sinalizado uma primeira percepção quanto ao enquadramento do indicador dentro estrutura conceitual Pressão-Estado-Impacto/Efeito-Resposta-Gestão. A partir de sua criação os indicadores foram planilhados e agrupados.

A lista inicial de indicadores totalizou 67 indicadores, os quais foram gradativamente sendo filtrados, aprimorados, complementados e então validados. O procedimento inicial de validação da proposta de indicadores ocorreu por meio de uma apresentação em uma reunião ordinária do COMAM. A apresentação consistiu na explanação sobre o que são indicadores, sua importância e a proposta inicial dos indicadores, sendo apresentados de forma agrupada – A forma como foi realizado o agrupamento dos indicadores será apresentado no item seguinte. Ao término da apresentação foi solicitada a contribuição dos conselheiros presentes em relação a proposta de indicadores. Dos 10 conselheiros presentes, 3 responderam a solicitação. Suas contribuições foram analisadas e então acrescentadas a proposta final dos indicadores.

Após a contribuição dos conselheiros o saldo de indicadores foi de 33. Por fim, após última avaliação, mantendo-se somente os indicadores que possuíam variáveis conhecidas ou dados passíveis de serem obtidos futuramente por intermédio de ações do COMAM, foi obtido um total de 32 indicadores. Estes foram devidamente agrupados e posteriormente apresentados em forma de sistema, de acordo com o marco ordenatório proposto (P-E-I/E-R-G).

4.3 AGRUPAMENTOS

A partir da construção do mapa cognitivo, os indicadores foram planilhados e tiveram revisados os enquadramentos dentro da estrutura conceitual P-E-I/E-R-G. Durante a execução deste trabalho de agrupamento foi possível identificar a necessidade de complementar alguns indicadores; porém, o que mais ocorreu foi a identificação de indicadores com sentido semelhantes a outro indicador. Nestes casos um deles foi excluído ou então, um novo indicador foi construído a partir da fusão de outros dois.

Este agrupamento, por afinidade temática, é conhecido como análise *Cluster*. Trata-se de um conjunto de nós relacionados de forma muito forte, que pode ser analisado como um mapa independente de complexidade reduzida. Para cada *cluster* associa-se um nome que deve refletir o foco de interesse do decisor (ENSSLIN et al. 2013).

A partir dos indicadores escolhidos, distinguiu-se a necessidade de cinco *clusters*, ou temáticas, são elas: Biodiversidade, Uso do Solo, Saneamento Básico, Mananciais e Gestão. Cada um deles será abordado individualmente nos itens que seguem.

4.3.1 Biodiversidade

Tabela 1. Listagem e Classificação dos Indicadores do *Cluster* Biodiversidade

Nº Indicador	Descritivo	Classificação
1	APP preservada	E
2	Unidades de Conservação	E
3	Saldo de árvores plantadas menos árvores cortadas	I/E

Classificação: P – Pressão, E – Estado, I/E – Impacto/Efeito, R – Resposta ou G – Gestão.

A visão ecológica nos mostra que quanto maior a biodiversidade de um ambiente, mais forte, equilibrado e saudável ele se encontra. O tema biodiversidade teve um total de três indicadores, sendo dois de estado, e um de impacto. Observa-se que dois dos indicadores de estado buscam identificar qual a área dentro da microbacia que possui vegetação abundante, no caso Áreas de Preservação Permanente (APP) e Unidades de Conservação (UC), visto que além da estabilidade do solo que a vegetação proporciona, certamente será um ambiente favorável ao desenvolvimento de aves, répteis, pequenos mamíferos, insetos, enfim, a uma diversidade de animais que certamente auxiliaram no equilíbrio do ambiente, logo na qualidade dos mananciais.

Observa-se na Figura 10 a foto da margem de dois pontos distintos. É possível verificar na primeira foto a quase inexistência de uma margem de preservação ambiental ou conforme a lei preconiza, a Área de Preservação Permanente (APP), que para rios de até 10 metros de largura é de 30 metros. Na segunda foto é possível verificar o processo de desbarrancamento da margem. É também possível constatar a pouca vegetação de porte médio e alto nesta APP.



Figura 10. Margem do Rio Cascavel.
Fonte: Bombeiros e SANEPAR (2014)

O indicador de impacto se refere ao saldo de árvores, resultante da subtração das árvores plantadas e as árvores cortadas dentro da microbacia. As árvores são organismos que favorecem a infiltração de água, a estabilidade do solo, a dinâmica da água no ambiente e o desenvolvimento de outras espécies de plantas e animais. Com isso, o saldo de árvores apresentasse como um indicador que afetará de forma indireta a qualidade ambiental dos recursos hídricos, porém, dada sua grande relevância decidiu-se por manter este indicador, de maneira que as ações de plantio e corte realizadas dentro da microbacia seja monitorado. Com este acompanhamento será possível observar que uma vez que o saldo esteja positivo pressupõe-se que dentro da microbacia houve uma melhoria qualitativa e quantitativa nos recursos hídricos, em caso de um saldo negativo, logicamente pressupõe-se uma situação oposta.

Acrescenta-se nesta análise, que ao longo do tempo, conforme os indicadores forem sendo alimentados, poderá ser feito uma estatística de correlação entre os indicadores, verificando a influência, por exemplo, do saldo de árvores plantadas e cortadas com a quantidade de água subterrânea ou com parâmetros de qualidade da água do rio.

4.3.2 Uso do Solo

Tabela 2. Listagem e Classificação dos Indicadores do *Cluster* Uso do Solo

Nº Indicador	Descritivo	Classificação
4	Utilização de agrotóxicos e fertilizantes	P
5	Área impermeabilizada	P
6	Edificações dentro da área de APP	P

Classificação: P – Pressão, E – Estado, I/E – Impacto/Efeito, R – Resposta ou G – Gestão.

Nesta temática uso do solo foram listados três indicadores, todos de pressão. Segundo dados da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e do Observatório da Indústria dos Agrotóxicos da Universidade Federal do Paraná, divulgados durante o 2º Seminário sobre Mercado de Agrotóxicos e Regulação, realizado em Brasília (Distrito Federal), em abril de 2012, enquanto, nos últimos dez anos, o mercado mundial de agrotóxicos cresceu 93%, o mercado brasileiro cresceu 190%. O Paraná é o terceiro estado que mais consome agrotóxico no país, representando um total de 14,3% do consumo total (IBGE, 2006; SINDAG, 2011; THEISEN, 2012 apud CASSAL, 2014).

Sabendo que os agrotóxicos são dispersados sobre as áreas agrícolas, como a apresentada na Figura 11, algumas delas sem as devidas estruturas de conservação de solo ou profissional habilitado para recomendação das dosagens e acompanhamento dos procedimentos, com isso se gera um grande risco de que estes contaminantes sejam lixiviados para o rio e/ou infiltrem no solo, contaminando os mananciais subterrâneos.



Figura 11. Área de Monocultivo Convencional Localizado a Margem do Rio Cascavel.

Fonte: Bombeiros e Sanepar (2014)

Quando se refere aos fertilizantes o maior risco refere-se a taxa de eutrofização dos mananciais superficiais devido à intensa reprodução das algas. Portanto o indicador número 4 pretende dar vistas a quantidade de agrotóxicos e fertilizantes que tem sido utilizado dentro da microbacia do rio Cascavel.

As áreas impermeabilizadas, são áreas onde a água da chuva não possui possibilidade de infiltração, logo acumulasse e escorre para as áreas mais baixas. Estas áreas quando não possuem estruturas para armazenamento ou locais onde a água da chuva possa infiltrar, aumentam significativamente a vazão de pico nos rios, causando erosão nas encostas, arraste de resíduos e matéria orgânica vegetal para dentro dos rios, o que catalisa o processo de assoreamento do rio, entre outros impactos negativos a qualidade das águas. Logo, quanto maior a área impermeabilizada, maior a pressão sobre os recursos hídricos superficiais. Observa-se na Figura 12 um destes pontos de lançamento de um canal de drenagem da água no rio Cascavel.



Figura 12. (A) Ponto de Lançamento de um Canal de Drenagem de Água Pluvial e; (B) Assoreamento da Calha do Rio Cascavel.

Fonte: Bombeiros e SANEPAR (2014).

O último indicador de uso de solo refere-se as edificações existentes dentro das áreas de preservação permanente, no caso da microbacia do rio Cascavel, dentro dos trinta metros da margem dos rios e cinquenta metros das nascentes. Estas edificações certamente impactam os mananciais e ao passo que forem quantificadas e observadas pelos gestores municipais devem ser fiscalizadas e verificado formas de mitigação de impactos ou quando em situação de risco e impossibilidade de mitigação dos impactos, a previsão de retirada da estrutura do local.



Figura 13. Edificações Localizadas Dentro da Área de Preservação Permanente do Rio Cascavel.

Fonte: Bombeiros e SANEPAR (2014).

4.3.3 Saneamento Básico

Seis são os indicadores propostos para a temática saneamento básico. Destes, um se refere ao abastecimento de água, três a infraestrutura de manejo e drenagem da água pluvial, um em relação ao esgotamento sanitário e um referente ao gerenciamento de resíduos sólidos. Salienta-se que os serviços de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto são realizados pela Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR, o serviço relacionado as estruturas de drenagem é realizado pela prefeitura, que também realiza parte do processo de gestão dos resíduos, como a disposição final ambientalmente adequada.

Tabela 3. Listagem e Classificação dos Indicadores do *Cluster* Saneamento Básico

Nº Indicador	Descritivo	Classificação
7	Demanda do sistema de abastecimento de água	P
8	Cobertura das estruturas de drenagem pluvial	R

Nº Indicador	Descritivo	Classificação
9	Relação dos pontos de lançamento de macrodrenagem com e sem estrutura de amortização da energia cinética da água	P
10	Práticas de captação, infiltração e aproveitamento das águas pluviais	R
11	Edificações com destino irregular do esgoto doméstico	P
12	Áreas de bota fora de resíduos	P

Classificação: P – Pressão, E – Estado, I/E – Impacto/Efeito, R – Resposta ou G – Gestão.

A demanda do abastecimento de água está diretamente relacionada a cobertura da rede e do consumo médio da população beneficiada. Este indicador foi classificado como um indicador de pressão, uma vez que se refere pressão gerada no rio Cascavel, Peroba e Saltinho, pela demanda de água de aproximadamente 187.000 moradores. O rio Cascavel tem sua água somada a água do rio Peroba e Saltinho para atender cerca de 70% dos moradores da área urbana. Outros 16 poços de captação de água subterrânea complementam a demanda da cidade. A SANEPAR (2014) informou que estava produzindo em média 35 milhões de litros de água por dia. Existe um limite de captação da água do rio Cascavel, recomendado na outorga da captação, de modo que não afete sua função ecológica a jusante da Estação de Tratamento de Água, observa-se que em determinadas épocas do ano este limite de captação já não tem sido suficiente.

Em relação aos indicadores, 8, 9 e 10 todos são relativos a estruturas de manejo das águas pluviais. Estes indicadores estão relacionados com o indicador 5 (Área impermeabilizada) e estão relacionados a quantidade de água e ao tempo com que ela permanece no interior da microbacia, uma vez que isso afeta diretamente a taxa de água que infiltra no solo (Figura 14), ou que rapidamente é drenada para o rio, elevando a vazão de pico em eventos de enxurrada, favorecendo a degradação das áreas de fundo de vale, em especial as proximidades dos pontos de lançamento de macrodrenagens.

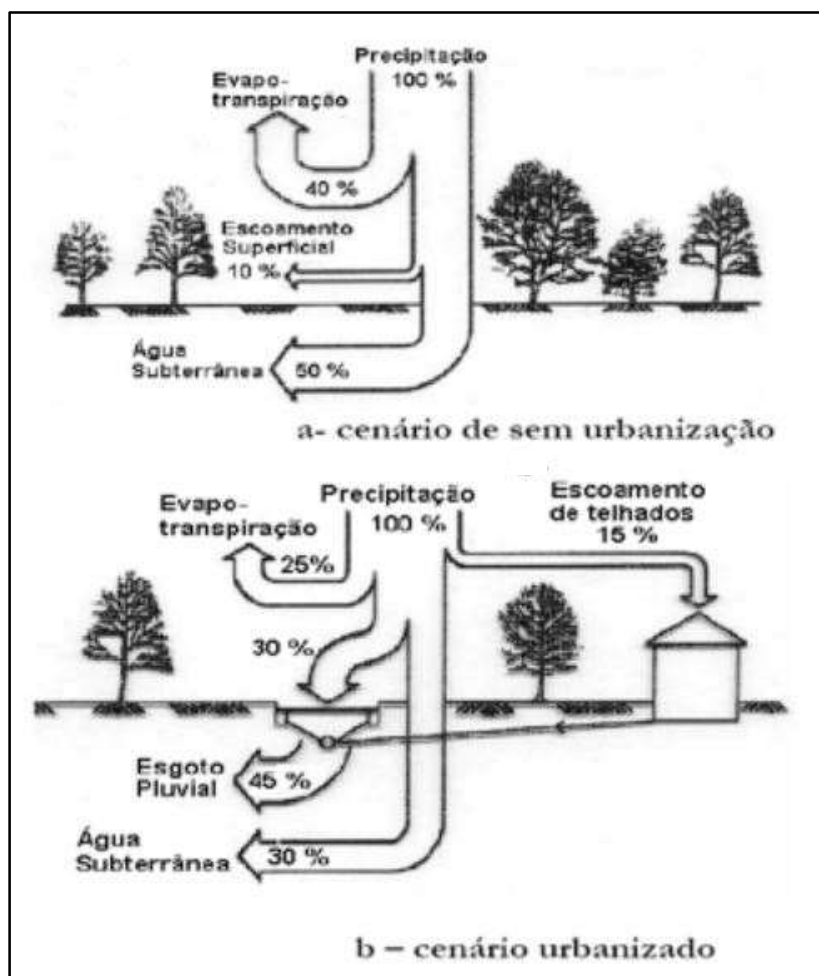


Figura 14. Dinâmica da Água em uma Área Não Urbanizada (a) e em uma Área Urbanizada (b).

Fonte: TUCCI (2006)

O indicador relacionado ao esgotamento sanitário (11), se refere as formas incorretas ou ambientalmente prejudicial, de se tratar o esgoto, geralmente se trata do lançamento de esgoto em sumidouros, contaminando assim o solo e as águas subterrâneas.

Neste momento não foi considerado as soluções individuais de tratamento, como a utilização de fossas sépticas, tanques de evapotranspiração e outras soluções individuais uma vez que representam uma pequena fração das casas, além de que estas práticas serão de certa forma consideradas, quando levantados os dados de destinações irregulares e casas ligadas a rede, visto que a subtração do total de residências destas duas formas de destinação citadas, serão as soluções individualizadas.

Por fim, o indicador relacionado aos resíduos sólidos envolve a destinação inadequada por parte da sociedade (Indicador nº 12), cujos resíduos são descartados

em áreas de bota fora, o que certamente irá impactar os recursos hídricos, direta ou indiretamente. Observa-se na Figura 15 o efeito de um gerenciamento inadequado dos resíduos na microbacia, são garrafas PET acumuladas em entrâncias no rio, tecidos, sacolas plásticas, pneus e outros resíduos humanos lançados diretamente no rio ou então destinados inadequadamente em áreas a montante e que após as chuvas são carregados para dentro do rio.



Figura 15. Pontos Com Acúmulo de Resíduos no Rio Cascavel.
Fonte: Bombeiros e Sanepar (2014)

4.3.4 Mananciais

Tabela 4. Listagem e Classificação dos Indicadores do *Cluster* Mananciais

Nº Indicador	Descritivo	Classificação
13	Variação do nível do lençol freático	E
14	Relação de nascentes mapeadas e nascentes preservadas	R
15	Profundidade da calha do rio	E
16	Vazão do rio	E
17	Processo de eutrofização	I/E
18	IQA do rio	E
19	IQA das nascentes	E
20	IQA água subterrânea	E
21	Monitoramento biológico do rio (Microinvertebrados e comunidade bentônica)	E
22	Assoreamento	I/E

Classificação: P – Pressão, E – Estado, I/E – Impacto/Efeito, R – Resposta ou G – Gestão.

Nesta temática, foi observado indicadores com valores diretamente relacionados aos mananciais, seja em seu aspecto quantitativo ou qualitativo. Em relação aos mananciais subterrâneos os indicadores 13 e 20 retratam a situação quanto a variação do nível dos lençóis freáticos e a qualidade desta água, respectivamente.

O indicador 14 aborda especificamente as nascentes e objetiva relacionar quantas são as nascentes de dentro do perímetro da microbacia dividido pelas nascentes que passaram por um trabalho de preservação, por meio do cercamento da área, da aplicação do método solo-cimento no ponto de afloramento e outras técnicas de preservação existentes. Na Figura 16 é possível verificar a foto de uma fonte urbana, derivada de uma nascente no interior da área do Lago Municipal e de outras duas nascentes que deságuam no rio Cascavel; estas fotos foram registradas por funcionários da SANEPAR em um levantamento realizado em 2013.

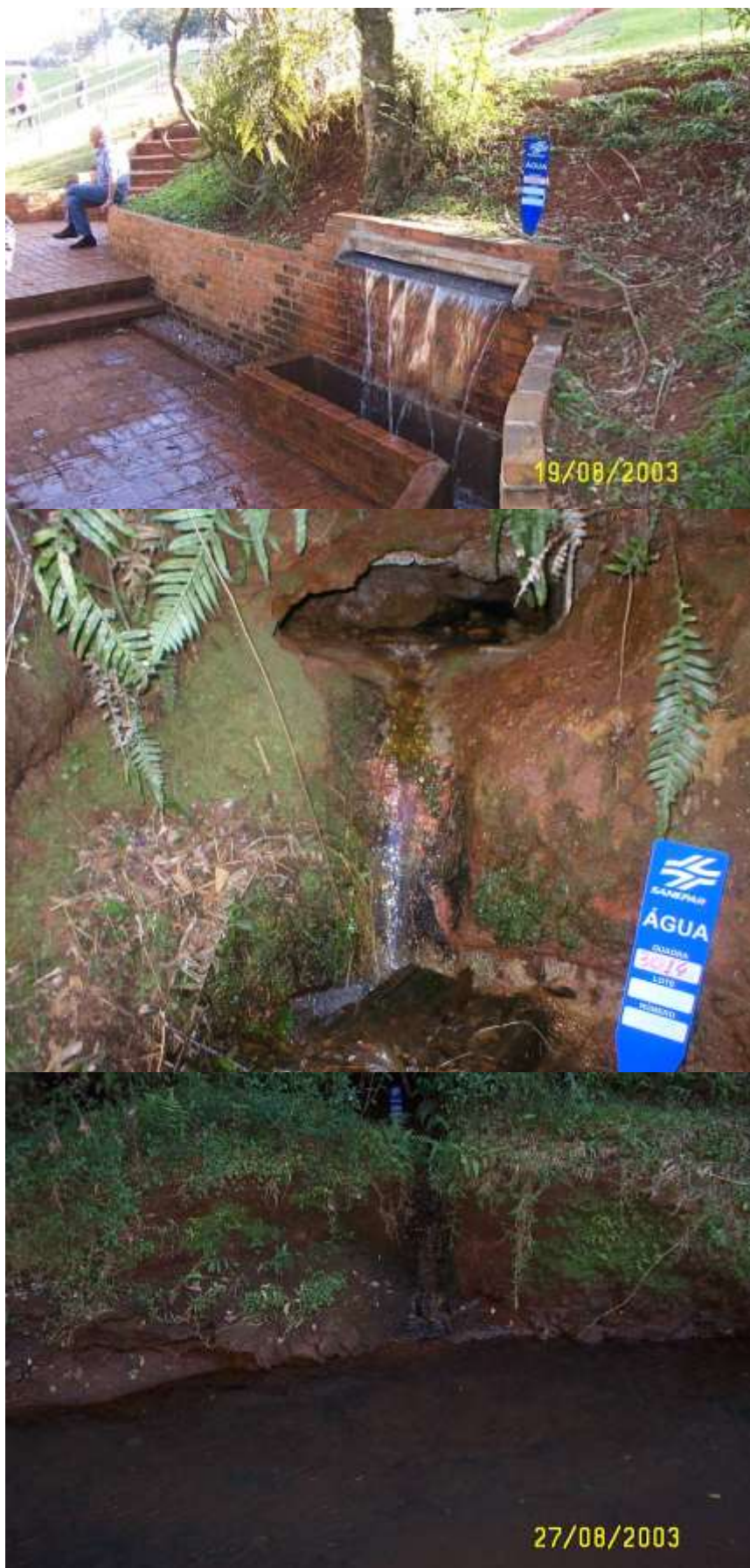


Figura 16. Fonte Urbana e Nascentes do Rio Cascavel.
Fonte: SANEPAR (2003)

Os indicadores 15, 16, 17, 18, 21 e 22 são referentes aos rios. Tratam da vazão dos rios, profundidade da calha, existência de processos de eutrofização ou assoreamento, monitoramento da qualidade por meio de análises físico-químicas e biológicas.

Segundo a Agência Nacional das Águas, o IQA – Índice de qualidade das águas, é hoje o principal índice de qualidade da água utilizado no país. O IQA foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento. Os parâmetros utilizados no seu cálculo são em sua maioria indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos. Observa-se, porém, que o índice apresenta limitações, uma vez que não analisa parâmetros importantes para o abastecimento público, como substâncias tóxicas (ex.: metais pesados, pesticidas, compostos orgânicos), protozoários patogênicos e substâncias que interferem nas propriedades organolépticas da água.

Segundo CETESB (2017) os nove parâmetros utilizados para determinação do IQA são:

- Coliformes termotolerantes;
- Oxigênio Dissolvido;
- Potencial hidrogeniônico - pH;
- Demanda Bioquímica de Oxigênio – $DBO_{5,20}$;
- Temperatura da água;
- Nitrogênio total;
- Fósforo total;
- Turbidez e;
- Resíduo total.

Pontua-se que a avaliação de todos estes parâmetros acarreta em custos para sua análise. Porém, tendo em vista que o rio Cascavel é um dos rios de abastecimento da cidade e que a responsável pela captação e tratamento (SANEPAR), é obrigada a realizar as análises pré e pós tratamento, é o caso de requerer as informações e repassá-las ao banco de dados do sistema de indicadores.

O monitoramento continuado dos indicadores possibilita vislumbrar a influência das modificações no território da microbacia. Na Figura 17 é apresendo um exemplo desse olhar histórico, com os indicadores de Vazão e IQA do Rio Iguaçu coletados no ponto de coleta localizado em Iguaçu Novo.

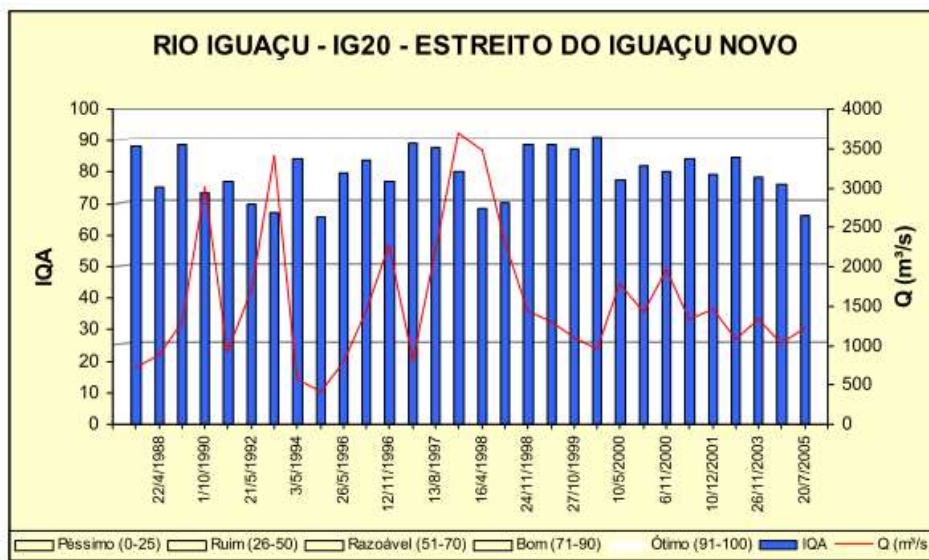


Figura 17. IQA da Estação Estreito do Iguaçu Novo.
Fonte: AGUAS PARANÁ

Em relação ao monitoramento biológico do rio, observou-se uma iniciativa da Itaipu Binacional, de promover um monitoramento participativo, cuja técnica é ensinada aos moradores da região, que recebem também os materiais necessários as análises e em contrapartida se comprometem em realizar as análises com frequência acordada (Figura 18).



Figura 18. Moradores Realizando Análise de Bioindicadores.
Fonte: ITAIPU (2008)

O Programa Socioambiental da Itaipu e Parceiros (2008) descreve o programa de monitoramento, intitulado o capítulo como A capacidade de analisar o “SEU PEDAÇO” – Monitoramento ambiental participativo:

Tendo em vista os problemas nacionais e regionais da qualidade das águas para abastecimento público, recreação, geração de energia e outros usos, e a frequente floração de algas indesejáveis e a proliferação excessiva de plantas aquáticas, torna-se imprescindível um programa de monitoramento e avaliação ambiental que represente um método seguro para verificar as necessidades reais de intervenção em bacias hidrográficas.

Este indicador, principalmente a proposta de realizar as coletas e análises de modo participativo é uma proposta que não se aplica a realidade de Cascavel, porém, mantêm-se a proposta de modo que as partes interessadas neste trabalho possam se inspirar na busca por operacionalizar um programa de monitoramento como o proposto pela Itaipu. Lacerda e Cândido (2013) apresentam que é preciso integrar projetos e atividades, com o objetivo de promover a recuperação e a preservação da qualidade e quantidade dos recursos hídricos. Acrescenta-se a informação de que a Universidade do Oeste do Paraná – Unioeste, possui pesquisadores que realizam coletas e análises de macroinvertebrados e da comunidade bentônica nos rios do Município.

4.3.5 Gestão dos Recursos Hídricos

Por fim, apresenta-se a temática gestão. Este *cluster* aborda indicadores que não representam em termos físicos, químicos ou biológicos a qualidade dos recursos hídricos, porém, considerou-se sua inclusão visto que são indicadores que buscam apresentar os esforços dedicados a melhoria da qualidade dos recursos hídricos na microbacia do rio Cascavel.

Quatro indicadores objetivam o acompanhamento das ações previstas nos Planos relacionados aos recursos hídricos existentes na cidade, no caso o Plano de Saneamento Básico; de Resíduos Sólidos; de Coleta Seletiva e de Arborização; devendo ser observado em específico as ações a serem realizadas dentro da microbacia do rio Cascavel.

Os outros cinco indicadores possuem características distintas. O indicador 23 refere-se as ações de educação ambiental realizadas na microbacia. Este indicador não demonstra uma realidade presente da qualidade ambiental, porém, ao passo que um trabalho de educação ambiental realizado serve de base ao processo de transformação das pessoas, a partir de sua sensibilização e posterior tomada de consciência, isso faz com que boas práticas se multipliquem, fazendo com que a qualidade ambiental dos recursos hídricos seja beneficiada.

Tabela 5. Listagem e Classificação dos Indicadores do *Cluster* Gestão dos Recursos Hídricos

Nº Indicador	Descritivo	Classificação
23	Ações de educação ambiental realizadas na microbacia	R
24	Investimento na melhoria da qualidade dos mananciais	R
25	Áreas com histórico de alagamento	I/E
26	Outorgas de captação ou lançamento	P
27	Relação entre Empresas/empreendimentos licenciados e não licenciados	E
28	Execução das ações propostas no Plano Municipal de Saneamento Básico	G
29	Execução das ações propostas no Plano Municipal de Coleta Seletiva	G
30	Execução das ações propostas no Plano Municipal de Resíduos Sólidos	G
31	Execução das ações propostas no Plano Municipal de Arborização	G

Classificação: P – Pressão, E – Estado, I/E – Impacto/Efeito, R – Resposta ou G – Gestão.

O indicador 24, relacionado aos investimentos em ações de melhoria da qualidade ambiental devem ser analisados a partir das previsões do planejamento plurianual e outros documentos financeiros. Contrapondo-se os valores levantados as prestações de conta, é possível verificar o montante de dinheiro efetivamente investido em ações de melhoria da qualidade ambiental dos mananciais da microbacia do rio Cascavel. Pressupõe-se que quanto maior este investimento, maior será a melhoria na qualidade ambiental dos recursos hídricos.

O levantamento das áreas com eventos de alagamento registradas, informação essa disponível na defesa civil, é uma forma de trazer luz a situação, que certamente impacta não só os moradores das proximidades como a qualidade do rio, visto que a ocorrência de eventos de inundação, sinalizam a influência negativa da interferência do homem na dinâmica natural do curso de água, o que além dos prejuízos as pessoas residentes na área impactada, ocasiona o carreamento de sedimentos e resíduos para dentro do rio. Logo quanto maior o número de áreas de inundação, menor a qualidade ambiental do manancial.

O controle do número de outorgas de captação subterrânea e de lançamento de efluentes também possibilita a visão da pressão que os recursos hídricos têm sofrido. Possibilita um auxílio as tomadas de decisão, por exemplo, em caso de um elevado número de poços artesianos em uma certa área, pressupõe-se a necessidade de uma área de infiltração que possibilite uma recarga deste manancial subterrâneo, logo, mediante a correlação com o indicador 5 – Área impermeabilizada e 10 - Práticas de captação, infiltração e aproveitamento das águas pluviais; obtêm-se uma dimensão da urgência na implementação de ações que possibilitem uma maior infiltração da água.

Por fim, o indicador 27, referente a verificação do total de empreendimentos no interior da microbacia em contraponto com os empreendimentos com o licenciamento ambiental adequado, é uma forma de verificar qual a porcentagem de empreendimentos realizando sua operação de modo ambientalmente adequado, uma vez que o processo de licenciamento ambiental tem como requisito a responsabilidade técnica pelo Plano de Controle Ambiental e a fiscalização, por parte da Secretaria de Meio Ambiente do Município, da implementação das ações constantes no projeto.

Observa-se que os indicadores de gestão dos recursos hídricos fazem uma medição de dados que muitas vezes não vão retratar a qualidade ambiental no presente. Porém, se houver uma constância dos indicadores positivos deste *clouster*, pressupõe-se que haverá uma melhoria progressiva da qualidade dos recursos hídricos.

4.4 SISTEMA DE INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL

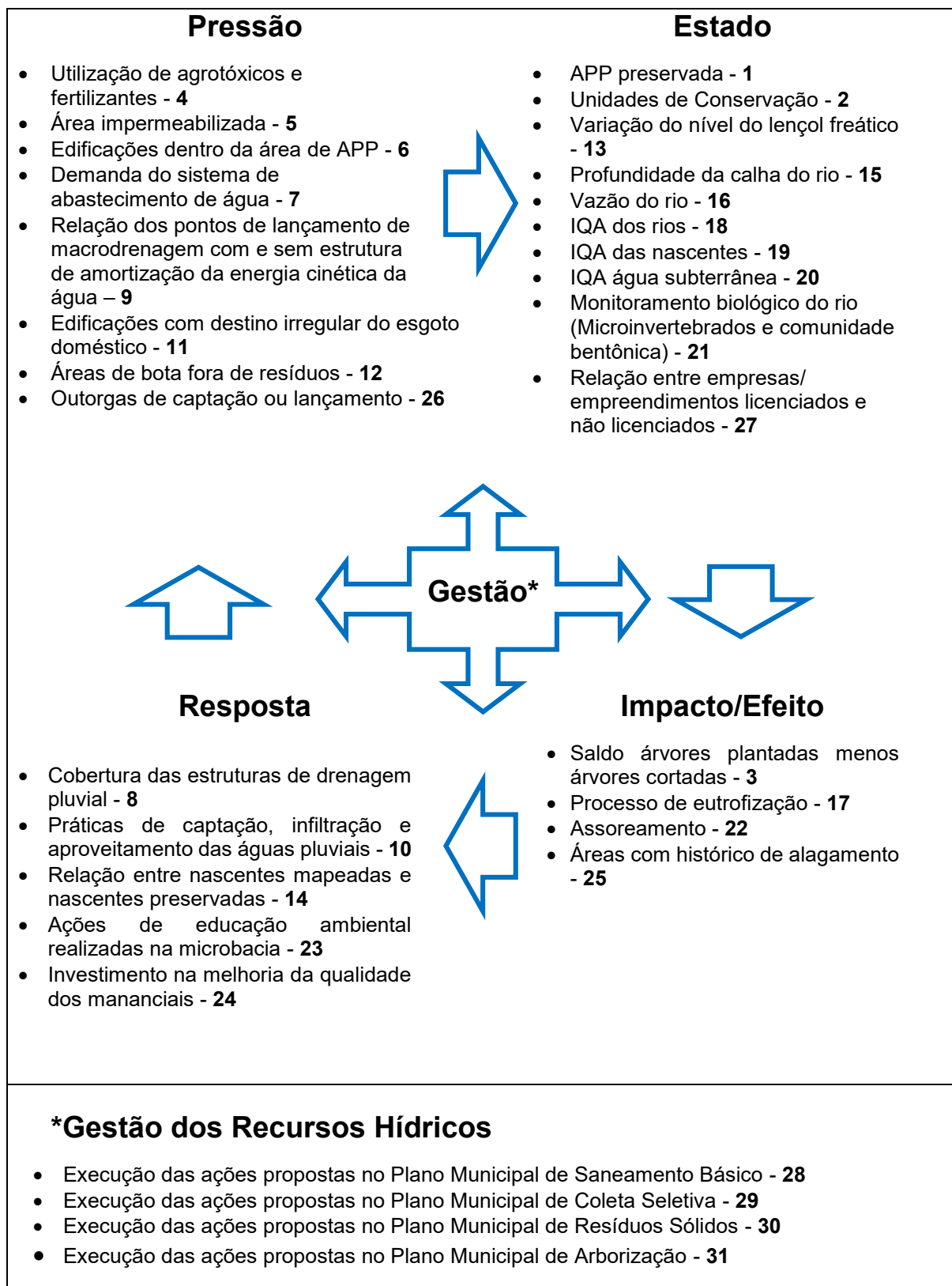
A partir do momento em que as informações necessárias são reunidas, formando-se um banco de dados, com posterior geração de resultados, apresentação e análise dos mesmos, obtêm-se então um sistema de indicadores funcional. Januzzi (2001) exemplifica à semelhança do espaço geométrico euclidiano, em que é necessário um sistema de coordenadas para definir um ponto, logo para se concluir quanto a qualidade dos recursos hídricos, se faz necessário um sistema de

indicadores, referidos a múltiplas dimensões, para se caracterizar essa condição dos recursos hídricos inseridos na microbacia do rio Cascavel.

Um dos efeitos mais significativos de um indicador, especialmente no início de sua aplicação, é tornar um problema visível. Compor um conjunto de indicadores de modo sistêmico (Quadro 1), possibilita visualizar o problema de forma mais ampla e contextualizada. A utilização dos sistemas de indicadores expande a base para a tomada de decisão e cresce em muitos países, dada a urgência da promoção do desenvolvimento sustentável e a sensibilização dos gestores e do público. Além disso, sempre que os indicadores são atualizados e relatados regularmente, fornecem sinais claros sobre o sucesso ou o fracasso de iniciativas de políticas nacionais e ações locais (DAHL, 2012).

Pontua-se que este modelo de visualização e sistematização dos indicadores proposto é uma ferramenta imperfeita na busca por organizar e expressar as complexidades e inter-relações abrangidas entre os recursos hídricos de uma microbacia e o ser humano. A sistemática inicia no *cluster* Pressão, que influencia no Estado do ambiente, que por consequência tende a desencadear Impactos/Efeitos. Identificados estes impactos é possível se adotar ações mitigadoras, apresentadas no *cluster* Resposta, fechando assim a lógica do sistema. O *cluster* Gestão de Recursos Hídricos fica em uma posição central, uma vez que possui indicadores diversos com influência em todos os demais *clusters*.

Ao passo que o sistema de indicadores é alimentado com dados, se torna possível, ao longo do tempo, realizar o monitoramento da evolução dos indicadores, corroborando assim para o traçado da evolução das condições dos recursos hídricos da microbacia do rio Cascavel. Isso possibilita uma avaliação do resultado das ações, projetos e programas previstos e empreendidos na área; possibilita ainda correções e ajustes frente as ações ineficientes, ou a promoção da continuidade das ações que efetivamente apresentam resultados positivos em relação a qualidade dos mananciais.



Quadro 1. Dinâmica do sistema de indicadores

4.4.1 Operacionalização do Sistema

Conforme Painel Nacional de Indicadores Ambientais de 2012, para operacionalização do sistema, é preciso que se crie um órgão coordenador do sistema, além deste, é importante que exista um Comitê de Indicadores, responsável pela análise e validação de novos indicadores. Os dados devem ser inseridos por um técnico subordinado ao responsável pelo indicador, que deverá validar o dado e o resultado da atualização. Além disso o sistema deve levar em consideração a periodicidade dos valores dos indicadores e possuir um alarme automático para cada responsável, quando da chegada da data de atualização do indicador.

A partir desta rotina de retroalimentação dos dados a utilização e forma de apresentação dos indicadores poderá ser adaptada ao contexto do que se pretende apresentar, ou qual fator pretende-se analisar, visto que a sistemática com que o marco conceitual oferece é de que valores de determinada classe de indicadores favoreçam a compreensão das mudanças em uma outra classe.

4.4.1.1 Coleta de dados

Como o objetivo deste trabalho é a definição de indicadores, foge ao objetivo apresentar os dados, obter o índice, ou outros resultados possíveis de serem apresentados por um sistema de indicadores. Propõe-se que a partir deste conjunto de indicadores, seja criado um comitê gestor dos indicadores no COMAM, ou em outra organização interessada na manutenção desta ferramenta, e que os próximos passos da operacionalização do sistema sejam realizados.

Para isso será preciso que seja feita uma busca as fontes de informações do município, como Vigilância Sanitária, SANEPAR, EMATER, Secretarias do poder executivo, Defesa Civil, entre outras instituições e departamentos municipais, de modo que seja definido uma forma de se concentrar as informações para o comitê, cuja função é de preenchimento das fichas-síntese de cada indicador, definição de um método para geração de um índice e apresentação dos resultados.

4.4.1.2 Apresentação

A partir do momento em que o sistema de indicadores estiver sendo alimentado com dados é importante apresentar os resultados de formas distintas, de acordo com a forma de utilização da parte interessada. Para análises globais, é muito importante que as informações façam uso da apresentação cartográfica, apresentando a localização dos pontos de coleta, das Áreas de Preservação Permanente, nascentes, residências irregulares, enfim, que se apresente as informações dos indicadores inseridas em um mapa cartográfico.

Sugere-se que os resultados sejam mensalmente apresentados nas reuniões ordinárias do COMAM, de forma que o conselho empodere-se do uso da ferramenta e passe a nortear suas ações com base na realidade que os recursos hídricos se encontram.

Cabe, por fim, salientar a importância de que estes indicadores sejam o mais amplamente difundidos para sociedade, de forma que o acesso possa oferecer o conhecimento necessário sobre a situação dos recursos hídricos da microbacia do rio Cascavel e então, a partir deste conhecimento, haja uma capacitação natural dos atores sociais nas suas tomadas de decisão, de modo que haja gradativamente uma melhoria dos indicadores ambientais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esta pesquisa foi possível constatar a importância da utilização dos indicadores ambientais como ferramenta de suporte à tomada de decisão. Foi observado que para se obter um sistema de indicadores operacional e eficiente é preciso que um conjunto de ações sejam sequencialmente realizadas, de modo que o “retrato” da realidade que se almeja conhecer/monitorar/gerenciar, seja feito de acordo com as necessidades da parte interessada.

A composição dos indicadores de qualidade ambiental dos recursos hídricos da microbacia do rio Cascavel, envolveu o reconhecimento do contexto em que a microbacia está inserida, dos usos da água, da legislação ambiental vigente, dos aspectos de influências da qualidade ambiental dos recursos hídricos e da opinião das partes interessadas nesta temática. Foi preciso se determinar um marco ordenatório, no caso a estrutura Pressão-Estado-Resposta-Impacto/Efeito-Gestão (P-E-R-I/E-G), como forma de organização dos indicadores, permitindo assim uma análise lógica e sistematizada, principalmente por se tratar de indicadores de qualidade ambiental.

Por fim, a partir das referências bibliográficas, *cases* e validação de membros do COMAM, foram definidos 31 indicadores, os quais foram divididos em cinco grupos ou *clusters* – Biodiversidade, Uso do solo, Saneamento Básico, Mananciais e Gestão dos Recursos Hídricos. Observou-se a partir da composição dos *cluster*, quais são os fatores preponderantes na alteração e/ou manutenção da qualidade dos recursos hídricos.

A partir da distribuição destes indicadores dentro do sistema P-E-R-I/E-G, foi possível verificar a influência dos indicadores um sobre o outro, por exemplo, que um indicador de pressão, (Ex.: 5 – Área impermeabilizada), irá influenciar um indicador de Estado, (Ex.: 15 – Profundidade da calha do rio), que por sua vez pode ser agravado ou melhorado, essa mudança é perceptível em um indicador de impacto (22 – Assoreamento), e que por fim, pode ser mitigados por meio de indicadores de resposta (Ex.: Práticas de captação, infiltração e aproveitamento das águas pluviais) e monitorados a partir dos indicadores de gestão (Ex.: Execução das ações propostas no Plano Municipal de Saneamento Básico).

Dada a complexidade do tema e a necessidade de envolvimento das partes interessadas no processo de formação e operação de um sistema de indicadores, não

foi possível avançar a fase de coleta de dados, processamento destes, análise e apresentação. Sugere-se, portanto, que estes próximos passos sejam realizados, utilizando este trabalho como base, de forma que a microbacia do rio Cascavel, a partir da implementação de uma ferramenta eficiente de monitoramento, análise e auxílio à tomada de decisão, possa gradativamente receber melhorias em sua qualidade ambiental.

REFERÊNCIAS

AMARANTE, R.; NOGUEIRA, R.E.G.; DAMIN, S. Áreas de Preservação Permanentes Urbanas: Um estudo da sua aplicação no município de Cascavel. **XII Jornada Científica da Univel: "Conflitos Mundiais: do local ao global**, Cascavel, Pr, p.1-13, 29 out. 2015. Disponível em: <http://www.univel.br/sites/default/files/conteudo.relacionado/areas_de_preservacao_permanentes_urbanas_um_estudo_da_sua_aplicacao_no_municipio_de_cascavel.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2017.

BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO (Org.). **Indicadores da Iniciativa Cidades Emergentes e Sustentáveis**: Guia metodológico. 2. ed. [s.i]: BID, 2013. 191 p. Disponível em: <<https://docplayer.es/5855952-Guia-metodologico-iniciativa-cidades-emergentes-e-sustentaveis.html>>. Acesso em: 04 nov. 2017.

BID - Banco Interamericano de Desenvolvimento. **Indicadores da Iniciativa Cidades Emergentes e Sustentáveis**. Ed. 2 – Anexo 2. 2013

BOFF, Leonardo. **Saber Cuidar**: ética do humano - compaixão pela terra. 18. ed. Petrópolis: Vozes, 2012. 242 p.

BRAGA, B. P. F. et al. **Pacto federativo e gestão das águas**. Estudos Avançados, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 17-42, 2008.

BRASIL. Conferência das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento(1992: Rio de Janeiro). Organização das Nações Unidas (Org.). **Agenda 21**. Curitiba: Ipardes, 2001. 260 p.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais [e] Coordenação de Geografia (Org.). **Indicadores de desenvolvimento sustentável**. 10. ed. Rio de Janeiro: Ibge, 2015. 348 p. CD-ROM.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. (Org.). **Painel Nacional de Indicadores ambientais**: Referencial teórico, composição e síntese dos indicadores da versão-piloto. Brasília: MMA, 2012. 107 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Mananciais**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2014. Disponível em: <www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/aguas-urbanas/mananciais>. Acesso em: 17.jun. 2018

CASSAL, Vivian Brusius et al. **AGROTÓXICOS: UMA REVISÃO DE SUAS CONSEQUÊNCIAS PARA A SAÚDE PÚBLICA**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, [s.l.], v. 18, n. 1, p.437-445, 7 abr. 2014. Universidad Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/2236117012498>.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (Sp). **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo**: Apêndice D - Índices de Qualidade das Águas. 2017. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2018/06/Ap%C3%AAndice-D-%C3%8Dndices-de-Qualidade-das-%C3%81guas.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

COMPANHIA BRASILEIRA DE PROJETOS E EMPREENDIMENTOS (Brasil). Governo do Estado do Paraná. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Paraná**: Produto 3.2 e 2.2. Paraná: Cobrape, 2010. 115 p. (Revisão Final).

CORRÊA, M. A.; TEIXEIRA, B. A. N. **Indicadores de Sustentabilidade para Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito da Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré-SP**. 2011. Disponível em: <http://hygeia.fsp.usp.br/siades/documentos/Publicacoes/artigo_12f.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2018.

DAHL, A. L. **Achievements and gaps in indicators for sustainability**. Ecological Indicators, Oxford, v. 17, n. 10, p. 14 -19, June 2012.

EDEN, C.; ACKERMANN, F. 1998. **Making Strategy: The Journey of Strategic Management**. London: SAGE Publication. Disponível em: <http://sk.sagepub.com/books/making-strategy>. Acesso em: 14 jun. 2018.

ENSSLIN, Leonardo et al. Modelo multicritério de apoio à decisão construtivista no processo de avaliação de fornecedores. **Production**, [s.l.], v. 23, n. 2, p.402-421, 18 set. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-65132012005000065>.

FIGUEIREDO, F. F.; CRUZ, F. M. R. **Aproximações teóricas sobre a questão ambiental internacional na sociedade global: de Estocolmo 1972 ao Rio de Janeiro 2012**. In: AÇÃO PÚBLICA E PROBLEMAS SOCIAIS EM CIDADES INTERMEDIÁRIAS 4, 2013. Lisboa. Anais eletrônicos... Lisboa, 2013. Disponível em: <<http://www.coloquiointernacional.com/anais/GT3.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2018.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Ed. Atlas, 2002.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Brasil: IBGE, 2010. Disponível em <www.ibge.gov.br> Acesso em: 15 nov. 2017.

IPARDES. **Caderno estatístico do município de Cascavel**. Paraná: IparDES, 2013.

IPARDES. **Os vários Paranás**. Oeste paranaense: 3º espaço relevante, especificidades e diversidades. Curitiba: IparDES, 2008.

JANNUZZI, Paulo de Martino. **Indicadores Sociais no Brasil: Conceitos, Fontes de Dados e Aplicações para Formulações e Avaliação de Políticas Públicas e Elaboração de Estudos Socioeconômicos**. 3. ed. [s.i]: Alínea, 2001. 72 p.

LACERDA, C.S. e CÂNDIDO, G.A. **Modelos de indicadores de sustentabilidade para gestão de recursos hídricos**. In: LIRA, WS. e CÂNDIDO, GA., orgs. *Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa* [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2013, pp. 13-30. ISBN 9788578792824. Disponível em: <http://books.scielo.org>. Acesso em: 11 jun 2018.

LAURA, Aquiles Arce. **Um método de modelagem de um sistema de indicadores de sustentabilidade para gestão dos recursos hídricos - MISGERH: O caso da bacia dos sinos**. 2004. 519 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

LENZ, R.; MALKINA-PYKH, I.G.; PYKH, Y. Introduction and overview. **Ecological Modelling**, v. 130, p. 1-11, 2000.

LORENZ, C.M.; GILBERT, A.J.; COFINO, W.P. Environmental auditing: Indicators for transboundary river management. **Environmental Management**, v. 28, n. 1, p. 115-129, 2001.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Painel Nacional de Indicadores Ambientais**. 2014, Brasília.

MONTIBELLER FILHO, G. 2001. **O Mito do Desenvolvimento Sustentável: Meio Ambiente e Custos Sociais do Moderno Sistema de Produção de Mercadorias**. Florianópolis: UFSC, 2001. 306 p.

MOSCA, A.A.O. **Caracterização hidrológica de duas microbacias visando a identificação de indicadores hidrológicos para o monitoramento ambiental de manejo de florestas plantadas**. 2003. 96p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

ODM. **Objetivos do Desenvolvimento do Milênio**: Relatório Nacional de Acompanhamento. 208p. Ed. Mapas Color, 2014. Brasília

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **OECD core set of indicators for environmental performance reviews**. Paris: [s.n.], 1993. 39 p. Environmental Monographs nº 83, OCDE/GD(93)179.

PAULA, João A. et al. **Biodiversidade, População e Economia**: Uma região de Mata Atlântica. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar; ECMXC; PADCT/CIAMB, 1997.

PNUD. **Atlas do desenvolvimento humano Brasil 2013**. Brasil: PNUD, 2013. Disponível em <www.pnud.org.br> Acesso em: 15 nov. 2017.

PROGRAMA SOCIOAMBIENTAL DA ITAIPU BINACIONAL E PARCEIROS: Cultivando Água Boa. Foz do Iguaçu: Itaipu, 20 nov. 2008.

RODRIGUES, T. R. I.; ROCHA, A. M.; PEREZ FILHO, A. **Mapeamento de uso e ocupação das terras na Bacia do Baixo Curso do Rio São José do Dourados – SP por sistemas de informações geográficas e imagem de satélite**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., 2007, Florianópolis. Anais... Florianópolis: INPE, 2007. p. 6091-6097.

SANEPAR - COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ (Cascavel) (Org.). **Estação de Tratamento de Água de Cascavel completa 40 anos**. 2014. Disponível em: <<http://site.sanepar.com.br/noticias/estacao-de-tratamento-de-agua-de-cascavel-completa-40-anos>>. Acesso em: 18 jun. 2018.

SCANDAR NETO, W.J. **Síntese que organiza o olhar: uma proposta para a construção e representação de indicadores de desenvolvimento sustentável e sua aplicação para os municípios brasileiros**. 2006. 110 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Estatísticas). Escola Nacional de Ciências Estatísticas. Rio de Janeiro, 2006.

SCANDAR NETO, Wadiah João; JANNUZZI, Paulo de Martino; SILVA, Pedro Luis do Nascimento. **Sistemas de Indicadores Sintéticos: do que precisam os gestores de programas sociais?**: Sistemas de Indicadores Sintéticos: do que precisam os gestores de programas sociais?. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 16., 2008, Caxambu. **Anais...** . Caxambu: Associação Brasileira de Estudos Populacionais, 2008. p. 1 - 14.

SELLTIZ, Claire; [et al]. **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. São Paulo: Ed. Herder, 1967.

SERRA, Ana Luiza Roma Couto. **Indicadores de Pressão para o Córrego do Piçarrão**. 2002. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Saneamento e Ambiente, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

SVMA - Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente; CEM – Centro de Estudos da Metrópole. **Indicadores Ambientais e Gestão Urbana**. São Paulo, 2008.

TEODORO, Valter Luiz Iost et al. O Conceito de Bacia Hidrográfica e a Importância da Caracterização Morfométrica para o Entendimento da Dinâmica Ambiental Local. **Uniará**, Araraquara, v. 20, p.136-155, 2007.

TIZ, Greicy Jhenifer. **Desenvolvimento e aplicação de metodologia para a análise da vulnerabilidade socioambiental à cidade de Cascavel - Paraná**. 2016. 222 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016.

TOSIN, Gladis Aparecida Sandi. **Caracterização Física do Uso e Ocupação da Bacia Hidrográfica do Rio Cascavel**. 2005. 55 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2005.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ANEXO I – PROPOSTA DE FICHA-SÍNTESE PARA OS INDICADORES

Indicador:	nº	Descritivo	
Grupo:		Classificação P-E-I/E-R-G:	
INFORMAÇÕES			
Unidade de medida:			
Periodicidade:			
Forma de apresentação:			
Série histórica	Data de início:		Último registro:
DESCRIÇÃO			
Definição:			
Metodologia e método de cálculo:			
DADOS			
Fonte:			
Responsável:			
PERTINÊNCIA			
Finalidade:			
Meta/Padrão:			
OBSERVAÇÕES/COMPLEMENTOS DE INFORMAÇÃO			