

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE BACHARELADO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL E QUALIDADE DE VIDA NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SANTA MARIA DO LEME (SÃO
CARLOS - SP)**

Raizza Izabel Marcucci Santana

São Carlos, 2019

RAIZZA IZABEL MARCUCCI SANTANA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL E QUALIDADE DE VIDA NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SANTA MARIA DO LEME (SÃO
CARLOS - SP)**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de bacharel em Ciências
Biológicas pela Universidade Federal de
São Carlos

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Henrique
Vannucchi Leme de Mattos

São Carlos
2019

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a todos estudantes de Ciências Biológicas da UFSCar que como eu lutam todos os dias por ensino público gratuito e de qualidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, por toda compreensão, conselhos, paciência e por acreditarem que este momento chegaria.

Agradeço a oportunidade de conhecer e ter a orientação do Prof. Sérgio Henrique Vannucchi Leme de Mattos, pela escolha do projeto e por todo aprendizado profissional como de vida.

Agradeço aos amigos que me apoiaram e me ensinaram muito sobre a vida durante período do curso, como também me acolheram para experimentar a vivência de morar fora da casa dos pais.

Agradeço ao Departamento de Serviço Social pelo privilegio de receber a bolsa moradia e alimentação para que pudesse realizar o curso.

Agradeço por ter oportunidade de participar de projetos sociais que me fizeram crescer como cidadã e como pessoa. Trilha da Natureza, Escola da Floresta, Natal Solidário e Projeto Sol.

E para finalizar, agradeço ao tempo que por muitas vezes foi meu medo e inimigo, mas que me mostrou que é essencial, companheiro e que nunca falha.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL E QUALIDADE DE VIDA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SANTA MARIA DO LEME (SÃO CARLOS - SP)

RESUMO

As relações entre elementos e processos naturais e sociais formam o sistema complexo ambiental, a bacia hidrográfica é configurada de uma paisagem formada por diferentes elementos que se interagem e é considerada um sistema ambiental complexo, e assim, visa que seja estabelecido desenvolvimento sustentável que concilie a qualidade de vida e a qualidade ambiental entre as dinâmicas dos dois subsistemas físico- natural e socioeconômico. O sistema urbano atual segue em desequilíbrio das condições ecológicas naturais, que reflete na sobrevivência da comunidade, a cidade de São Carlos tem como base de sua história uma grande expansão urbana que tem se caracterizado pela precarização das condições de vida da população de baixa renda e pela criação de loteamentos fechados e condomínios ocupados por população de renda mais alta que vem sendo um desafio ao paradigma da sustentabilidade. A utilização de indicadores ambientais de análise quantitativo nos mostra condições do ambiente urbano e as condições de vida dos cidadãos que é um instrumento de gestão urbana, esses indicadores foram desenvolvidos pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD), o qual agrupa indicadores em três grupos: pressão, estado e resposta. O objetivo desse trabalho é avaliar a qualidade ambiental e de vida da Bacia Hidrográfica Santa Maria do Leme, utilizando a metodologia OECD com grupo de indicadores apenas de Estado que avaliam impactos antrópicos sobre o meio ambiente baseado no paradigma da complexidade onde foi possível compreender a organização e dinâmica do sistema ambiental complexo. Conforme apresentado no índice final de estado, podemos observar uma qualidade de vida e ambiental razoável neste momento atual, porém observa-se alguns bairros apresentaram valores baixos em diversos indicadores sofrendo maior impacto e sendo locais com população com renda mais vulneráveis, assim é necessário que seja realizada uma avaliação com indicadores do setor censitário mais atualizado, constando que há novos empreendimentos que serão instalados na área da bacia como também no entorno.

Palavras-chave: sistema complexo ambiental; bacia hidrográfica; desenvolvimento sustentável; indicadores ambientais.

SUMÁRIO

1) Introdução	1
1.1) Sistemas complexos ambientais e sustentabilidade	1
1.2) Bacia hidrográfica sob a perspectiva da complexidade	2
1.3) Sustentabilidade do meio urbano	4
1.4) Indicadores de qualidade ambiental	5
2) Objetivo	7
3) Metodologia	7
4) Resultado E Discussão	21
5) Conclusão	39
6)Referências Bibliográficas	40

1) INTRODUÇÃO

1.1) Sistemas complexos ambientais e sustentabilidade

Sistemas complexos, de acordo com Christofolletti (1999), são resultantes da interação de seus componentes que atuam trocando informações com seu entorno e, por meio das suas trocas, são capazes de adaptar suas estruturas. Esses componentes podem ter origem diversa e diferentes funcionalidades, cujas conexões atuam nesse sistema e acabam se tornando gradualmente resilientes com passar do tempo. A evolução dos sistemas complexos é dada pela constante interação com o seu ambiente, onde não há presença de um controlador central (BOCCARA, 2010).

Dentre os diversos tipos de sistemas complexos, uma categoria de especial interesse à Biologia e à Ecologia é a dos sistemas complexos ambientais. Um sistema complexo ambiental, segundo Christofolletti (1999), é a organização espacial surgida das relações entre dois subsistemas distintos, mas interdependentes: subsistema físico-natural (natureza) e subsistema socioeconômico (sociedade). A busca pela sustentabilidade de um sistema complexo ambiental é representada pela manutenção de sua resiliência por meio de processos que garantam a compatibilidade entre as dinâmicas dos dois subsistemas (MATTOS, 2005). Parrot (2010) sugere que os processos naturais de um ecossistema se auto-organizam para atingirem um estado de complexidade máxima deste subsistema físico-natural, trajetória que pode ser interrompida por ações do subsistema socioeconômico geradoras de perturbações que comprometam a integridade do sistema complexo ambiental.

Jacobi (2003) chama à atenção de que, na abordagem da complexidade ambiental,

(...) a produção de conhecimento deve necessariamente contemplar as inter-relações do meio natural com o social, incluindo a análise dos determinantes do processo, o papel dos diversos atores envolvidos e as formas de organização social que aumentam o poder das ações alternativas de um novo desenvolvimento, numa perspectiva que priorize novo perfil de desenvolvimento, com ênfase na sustentabilidade socioambiental. (JACOBI, 2003 - p.190)

Da mesma forma que a visão predominante da oposição entre natureza e sociedade, Alves e Seminotti (2006) destacam que as noções sobre indivíduo e sociedade são vistas frequentemente como antagônicas e concorrentes, mas,

quando entendidas na perspectiva do paradigma da complexidade, serão entendidas como complementares.

Romeiro (2012) mostrou que a perspectiva tradicional dessa relação sociedade-natureza acarreta na perda de recursos naturais, poluição e queda no nível de vida social. Por isso, tal autor vê o desenvolvimento sustentável como a possibilidade de se manter um crescimento econômico eficiente, com condições sociais adequadas para uma qualidade de vida e, ao mesmo tempo, respeitando as condições naturais de modo a atender a necessidade básicas do presente sem comprometer as gerações futuras. Para garantir esses objetivos, são necessárias políticas representativas e eficazes, relacionadas com bem estar rentável da sociedade, acesso seus direitos básicos e assim obter uma redução de consumo e produção sobre o meio ambiente que estamos inseridos (ROMEIRO, 2012).

Por sua vez, Jacobi (2003) aponta que as atividades antrópicas devam ser equilibradas com limites ecológicos, impedindo a destruição da biodiversidade e da complexidade ambiental, assim garantindo o uso de recursos naturais de uma maneira sustentável. Sendo assim, conforme destacado por Cavalcanti (2011), a preocupação com o desenvolvimento sustentável representa, portanto, a possibilidade de garantir mudanças sociopolíticas que não comprometam os sistemas ecológicos e sociais que sustentam as comunidades.

1.2) Bacia hidrográfica sob a perspectiva da complexidade

A bacia hidrográfica caracteriza-se como uma paisagem formada por diferentes unidades interativas, a qual, conforme apontado por PIRES et al. (2002), assume conceituações distintas de acordo com os objetivos desejados. Segundo tais autores:

O conceito de Bacia Hidrográfica (BH) tem sido cada vez mais expandido e utilizado como unidade de gestão da paisagem na área de planejamento ambiental. Na perspectiva de um estudo hidrológico, o conceito de BH envolve explicitamente o conjunto de terras drenadas por um corpo d'água principal e seus afluentes e representa a unidade mais apropriada para o estudo qualitativo e quantitativo do recurso água e dos fluxos de sedimentos e nutrientes. (...) Do ponto de vista do planejador direcionado à conservação dos recursos naturais, o conceito tem sido ampliado, com uma abrangência além dos aspectos hidrológicos, envolvendo o conhecimento da estrutura biofísica da BH, bem como das mudanças nos padrões de uso da terra e suas implicações ambientais. (PIRES et al., 2002 - p.17)

Mattos (2010) conceitua bacia hidrográfica como um sistema complexo ambiental, pois nelas estão em constante interação seus subsistemas físico-natural e socioeconômico. As atividades humanas desenvolvidas na bacia podem ser diversas (agrícolas, industriais ou de áreas de preservação ambiental, por exemplo), e essa ocupação requer uma garantia de sustentabilidade em médio e longo prazo. Sendo assim, tal sustentabilidade depende de uma gestão que atenda demandas da comunidade como também a conservação ambiental da bacia de forma balanceada (Porto e Porto, 2008).

O estudo de Maciel (2018) mostrou que o impacto em bacias hidrográficas é elevado devido ao grande volume de resíduos que são carregados para os cursos d'água, como também são preocupantes o acesso não confiável ao abastecimento de água, a poluição e a contaminação tanto de centros urbanos como de áreas rurais, influenciando na qualidade de vida e gerando danos graves ao meio ambiente. Segundo o autor, a redução desses impactos é essencial para a manutenção equilibrada desses sistemas e, assim, a gestão de recursos hídricos é de extrema importância, sendo necessários instrumentos adequados para a busca pela sustentabilidade com uma visão ambiental complexa, sistêmica e holística a partir da qual se deve incentivar, por exemplo, mais o consumo sustentável e coletivo, com o intuito de diminuir a quantidade de resíduos descartados no ambiente. Desta forma, a gestão integrada de bacias hidrográficas é um processo complexo que deve ser subsidiado por dados qualitativos e quantitativos de seus vários componentes e processos, como os relativos aos recursos hídricos, fluxos de sedimentos e nutrientes, uso e ocupação da terra e seus impactos correspondentes, conforme destacado por Pires et. al. (2002).

Pereira e Formiga-Johnsson (2004) analisaram o processo atual de descentralização da política de recursos hídricos do Brasil, a partir de conceitos que estruturam as ações do Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Esses conceitos teóricos buscam o desenvolvimento sustentável da gestão de águas (que é um bem público de valor econômico), tanto para consumo humano como para atividades de produção, e também na recuperação e preservação hidroambiental dos ecossistemas das bacias hidrográficas. Ainda segundo os autores, observando a complexidade e ação de diversos atores nesse sistemas de gestão, ainda se carece muito das políticas públicas que visem o entendimento de caráter racional, ambiental, ético e cívico.

1.3) Sustentabilidade do meio urbano

Sousa (2002) afirma que a questão ambiental não se deve desvincular das questões sociais, pois é preciso analisar os processos de produção e consumo e as contradições entre natureza e sociedade. Reforça que o aumento da população urbana intensifica problemas econômicos, sociais, políticos e ecológicos na paisagem urbana, exemplificada pela maior amplitude da degradação da vegetação e maior distanciamento entre o seres humanos e a natureza.

A necessidade de que a informação sobre sustentabilidade chegue à população é importante para que as mesmas gerem suas próprias reflexões sobre suas relações com a natureza, levando a uma mudança de paradigma do processo de desenvolvimento econômico e social (LEITE e FRANÇA, 2007). Essa complexidade ambiental e sua relação com necessidades básicas da sociedade é discussão mundial, da qual derivam propostas de desenvolvimento sustentável visando conciliar qualidade de vida e ambiental. Especificamente em relação às cidades, Acselrad (2018) mostrou que estudos da sustentabilidade urbana têm sido associados às atividades de gestão da cidade, tais como o gerenciamento de riscos e incertezas para aumentar a sua resiliência e a capacidade adaptativa das estruturas urbanas.

O crescimento desordenado da população é um dos fatores que leva a um aumento da intensidade de impactos ambientais. Peixoto Filho (2008) considerou que a qualidade ambiental do meio urbano está comprometida pelo fato desse crescimento populacional não ser acompanhado de um processo de gestão e planejamento do uso da terra, sendo assim, ocasionando uma falta de infraestrutura que gera riscos ambientais a população urbana.

As condições ambientais no sistema urbano atualmente implicam no afastamento das condições ecológicas naturais, especialmente nos centros urbanos mais populosos, refletindo, por exemplo, em uma difícil sobrevivência da fauna, flora e mesmo dos cidadãos, devido aumento da temperatura, adensamento das edificações, poluição do ar pelos veículos automotores e indústrias, resíduos sólidos, lançamentos de esgotos; entre outros (LEITE e FRANÇA, 2007). Maciel (2018) observou que a geração de resíduos em excesso leva ao sobrecarregamento de aterros sanitários e, assim, esses resíduos podem ser

carreados para rios, oceanos, lagos, ameaçando a saúde da população como também todo ecossistema.

Por sua vez, Souza (2002) realizou uma pesquisa sobre as condições de saneamento básico e seus impactos ambientais de alguns bairros de Fortaleza (CE), bairros de elevada densidade populacional, onde residem populações de baixa renda. Nesses bairros, eram utilizadas fossas sépticas e águas de desuso corriam a céu aberto, gerando graves problemas sanitários, como, por exemplo, a poluição do lençol freático. Estas condições segundo Souza (2002) afetam diretamente a qualidade de vida dos moradores da área estudada, mostrando como qualidade de vida e qualidade ambiental são estritamente ligados.

1.4) Indicadores de qualidade ambiental

Conforme destacado anteriormente, as relações entre elementos e processos naturais e sociais formam o sistema complexo ambiental. Dessa forma, as condições de vida da população dependem de como se encontra o ambiente que está inserida e, concomitantemente, afetam a qualidade do subsistema físico-natural (MATTOS, 2010). A qualidade ambiental urbana está associada a uma diversidade de variáveis, como ar, águas, áreas verdes e infraestruturas; as quais podem ser elementos de análise para avaliar as condições ambientais nas cidades (ROGGERO E LUCHIARI, 2012).

Santos (2004) relata que a sociedade responde às alterações ambientais com políticas ambientais, econômicas ou setoriais, que servem como prevenção as ações antrópicas. A avaliação da qualidade de vida e ambiental urbano, de acordo com Mattos (2010), pode se utilizar de indicadores quantitativos e qualitativos com o intuito de mostrar condições de vida dos cidadãos e do ambiente urbano, servindo como importante instrumento de gestão urbana. Dentro os indicadores que influenciam o ambiente e a saúde estão aqueles relacionados ao saneamento básico, que envolve ações de cuidados com água, esgoto, resíduos sólidos, recuperação de mananciais e reservatórios de águas poluídos (Souza, 2002).

Minaki e Amorim (2007) estudaram indicadores ambientais na cidade de Guararapes (SP) a fim de avaliar as condições dos espaços urbanos e visando contribuir para as estratégias de seu desenvolvimento. Os indicadores utilizados foram: o uso inadequado do solo, as atividades potencialmente poluidoras, as enchentes, as áreas de ocorrência de temperaturas mais elevadas, a insuficiência

de cobertura vegetal arbórea, a alta densidade de edificações e os espaços livres de edificação sem cobertura vegetal. Os resultados apontaram quadro negativo de indicadores, demonstrando que, mesmo se tratando de uma cidade de pequeno porte, suas características de ocupação são suficientes para gerar queda na qualidade ambiental.

Já Bandeira e Aquino (2010) avaliaram a qualidade ambiental urbana em diferentes municípios do estado de Tocantins, utilizando metodologia baseada em indicadores socioambientais quantificáveis e de fácil compreensão para avaliar os diferentes fragmentos do complexo social, que foi dividido em quatro temas: saúde, segurança pública, educação e saneamento, e gerou um município fictício, que apontou uma situação preocupante no desenvolvimento sustentável e manutenção da qualidade de vida e ambiental, pressionando poder público a ações para que se responsabilize para tratamento das necessidades básicas e adensamento populacional urbano.

Berto (2008), por sua vez, estudou a qualidade ambiental urbana de Ponta Grossa (PR) buscando uma perspectiva que privilegia a ação de transformação da natureza a partir das relações de trabalho. Para isso, analisou diferentes metodologias que apontassem suas consequências sobre a natureza interna, manifestada a partir da estruturação das relações sociais, enfatizando a importância da ferramenta Sistema de Informação Geográfica (SIG) para o processamento de informações especializadas, sendo de fundamental importância para tentar esclarecer a problemática ambiental atual.

Santos (2004) mostra que entre os modelos que podem ser utilizados para organizar os indicadores ambientais está um desenvolvido pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD), o qual agrupa indicadores em três grupos: pressão, estado e resposta. Esse modelo mostra os impactos antrópicos sobre o meio ambiente que alteram a quantidade e qualidade dos recursos naturais. Mattos (2010) afirma que se essa metodologia e a seleção de seus indicadores se baseiam no paradigma da complexidade, é possível compreender a organização e dinâmica do sistema ambiental complexo.

2) OBJETIVO

Geral: Avaliar a qualidade ambiental e a qualidade de vida da Bacia Hidrográfica do Córrego Santa Maria do Leme e sua área de entorno.

Específicos: Utilizar indicadores de estado do momento atual para mostrar o grau de estabilidade ou instabilidade área da bacia e seu entorno, que foram caracterizados e divididos em 3 categorias para serem avaliados:

- Subsistema Físico -Natural
- Subsistema Socioeconômico
- Sistema Complexo Ambiental (interações dos subsistemas físico-natural e socioeconômico)

3) MATERIAL E MÉTODOS

3.1) Localidade de estudo:

São Carlos é um município do Estado de São Paulo com área total de aproximadamente 1.136,907 km² (IBGE, 2018). Segundo o Censo de 2010, naquele ano a população de São Carlos era de 221.950 pessoas, sendo estimada para 2018 um total de 249.415 pessoas e uma densidade demográfica de 195,15 hab/km² (IBGE; 2010, 2019). A região situa-se entre as coordenadas 47°30´ e 48°30´ longitude oeste e 21°30´ e 22°30´ latitude Sul, possuindo clima ameno, com temperatura média anual de 19,6 °C, e altitudes médias entre 800 e 1.000 metros (IBGE. 2018).

A história da cidade de São Carlos tem origem em 1831, com a demarcação da Sesmaria do Conde do Pinhal (Antonio Carlos de Arruda Botelho) nas extensões das terras de Araraquara, em cujo entorno havia grandes bosques naturais inicialmente ocupados por índios, que, durante a expansão do povoado, foram desaparecendo (LIMA, 2007). A formação deste povoado se deu por meio de pequenas casas ao redor de uma capela, sendo os primeiros proprietários de terra em sua maioria pertencentes à família Arruda Botelho (PMSC, 2019).

A partir da década de 1880, São Carlos ficou conhecida com uma das maiores produtoras de café da época, tendo sua integração com outros municípios feita pela ferrovia, o que facilitou o transporte desse produto econômico, aumentando número de lavouras, atraindo novos moradores para a região (LIMA, 2007). Com isso, a aproximação da área urbana com a rural pela ferrovia, a cidade se tornou um atrativo e chamou novos fazendeiros a residir em São Carlos, a população se torna agora o dobro que antes da chegada do café, assim a estrutura territorial do município se expandiu entre suas ruas e primeiros loteamentos nas

áreas, a vida na cidade se modernizou com a grande saída da população da área rural para cidade (LIMA 2007).

Todo esse processo levou a um grande salto populacional: no ano de 1874 havia 7 mil pessoas, enquanto para o ano 1886 a população já se encontrava duplicada, sendo aproximadamente 2 mil imigrantes, a maioria deles estrangeiros europeus (PERONTI, 2018). Segundo o mesmo autor, em 1907 o município já se encontrava com ainda mais imigrantes e a população chegava a 38 mil habitantes, provocando um aumento na procura por terrenos na cidade para moradia.

Nos anos de 1930 a 1959, a cidade se expandiu para rodovia Washington Luis, em consequência da industrialização, sendo a gestão da expansão urbana responsabilidade do poder executivo (LIMA, 2007). Ainda segundo esta autora, no período cafeeiro (1857-1929) a expansão urbana aconteceu de forma concentrada e contínua; já no regime militar sua ampliação foi periférica e descontínua, controlada por leis de loteamento.

Em 1960, foi instalada na cidade a Universidade Federal de São Carlos. Nesse período, o mercado imobiliário deu início a investimentos em loteamentos periféricos e ocupação de lotes populares que foi estimulada pelos empreendedores. Um desequilíbrio na expansão populacional acarretou em uma segregação na cidade, em que camadas sociais mais privilegiada se situa em regiões com melhores condições de vida e ambiental, e as camadas com maior vulnerabilidade social ocupam lugares em situações com maior precariedade (LIMA 2007).

Com boa parte do seu território situada na bacia do rio Monjolinho, afluente do rio Jacaré-Guaçu, São Carlos vem experimentando nas últimas décadas um intenso processo de expansão de sua área urbana, caracterizado, por um lado, pela precarização das condições de vida da população de baixa renda (DOZENA, 2008), e, por outro lado, pela criação de loteamentos fechados e condomínios ocupados por população de renda mais alta (JORDÃO, 2014). Este processo é bem evidenciado na bacia hidrográfica do córrego Santa Maria do Leme e seu entorno.

O córrego Santa Maria do Leme possui 4.710,5 metros de extensão é um afluente do rio Monjolinho (Fig. 1). Sua bacia possui área total de 11,18 km², com cerca de 32% de áreas edificadas e 55% de ocupação rural (OYAMA, 2019). Conforme o mesmo autor a bacia hidrográfica do córrego Santa Maria do Leme

está localizada numa área de grande expansão de São Carlos, cortada e rodeada por ruas, rodovias e loteamentos, conforme mostrado na Fig.2.

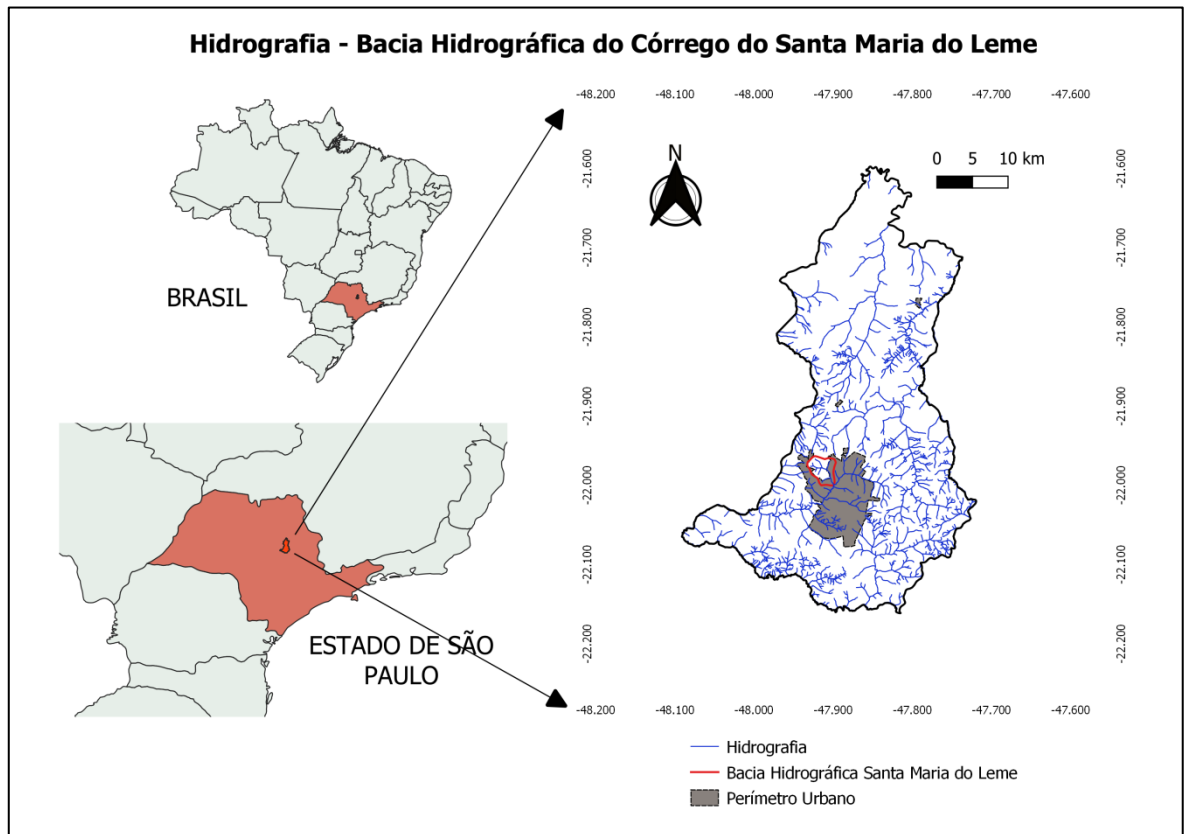


Figura 1: Localização da bacia hidrográfica do córrego Santa Maria do Leme (São Carlos - SP).

A bacia hidrográfica do córrego Santa Maria do Leme tem como marco de sua história de ocupação o maior adensamento populacional de São Carlos ocorrido a partir de 1960, com expansão da cidade para a direção noroeste do núcleo urbano, por meio de loteamentos que surgiram em maior grau nos bairros Jardim Santa Paula e Jardim Santa Felícia, e em direção oeste, no Parque Santa Mônica (LIMA, 2007). Ao noroeste, a rua Miguel Petroni torna-se importante via por conectar a rodovia Washington Luís à Escola de Engenharia e ao maior loteamento do período, o Jardim Santa Felícia; assim, ao longo de sua continuação, tornou-se uma importante conexão do centro com a região dos bairros da bacia (LIMA, 2007).

Em tempos atuais, observam-se ainda grandes loteamentos previstos para ser introduzido nas áreas da bacia, principalmente em sua área rural (Fig.2). Esse histórico da bacia do córrego Santa Maria do Leme nos permite observar os impactos sociais, estruturais e ambientais locais que essa pressão causou em todo

seu território. O Plano Diretor de São Carlos (PMSC, 2018) mostra que muitas regiões da bacia ainda não se encontram urbanizadas, tendo boa aptidão a uma ocupação controlada e adensamento planejado, devido ao papel hidrológico desta bacia, desde que sejam cumpridas as leis de proteção e recuperação das Áreas de Preservação Permanente.

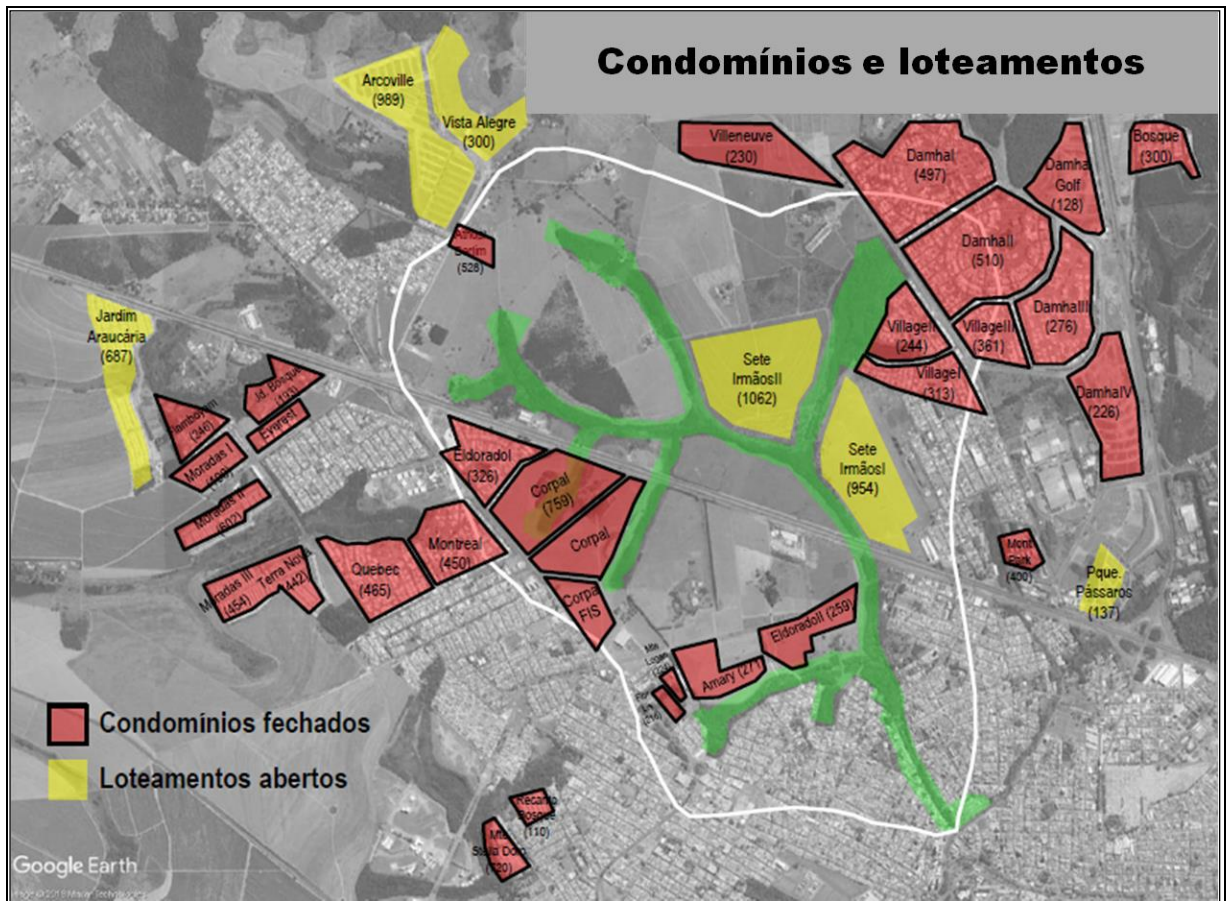


Figura 2: Condomínios e loteamentos presentes na bacia hidrográfica do córrego Santa Maria do Leme (São Carlos - SP) e seu entorno.

3.2) Obtenção dos indicadores e avaliação da qualidade ambiental

A metodologia utilizada para obtenção dos indicadores é uma proposta realizada pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), foi utilizado um grupo de indicadores denominados como: pressão-estado-resposta (PER). Nesse trabalho foi apenas utilizado os indicadores de estado, que foram subdivididos em 4 categorias de acordo com a Tabela 1.

Indicadores de Estado: Descrevem como o sistema ambiental se organiza atualmente, sendo disposto de momentos de estabilidade, como também se

encontrar instável. Quando correlacionado com o sistema socioeconômico, tende-se a considerar a instabilidade da população e condições de vida destes. O sistema físico-natural é referenciado a sua receptividade as perturbações e seu poder de resiliência.

Os indicadores foram convertidos para uma escala única de valores, essa escala varia de 0 a 1, representando respectivamente o pior e o melhor valor para cada indicador.

INDICADORES DE ESTADO (Indicadores de condições físico-naturais)

- **Áreas verdes**

Justificativa: As áreas verdes são de grande importância para o aumento da qualidade de vida urbana, nesse local temos uma prevalência da vegetação arbórea e são espaços não impermeabilizados. Com isso, obtemos um melhor espaço paisagístico, que diminui temperaturas extremas, sombreamento, redução da poluição, controle da poluição sonora, realiza aumento da drenagem do solo, com função de infiltração da água pluvial, proteção dos lençóis freáticos, áreas de rios, córregos e nascentes.

Obtenção e cálculo dos dados: Os dados para esse indicador foi através da obtenção de imagens CBERS, a partir delas foi possível revelar as proporções de áreas de com cobertura vegetal e as que estão impermeabilizadas.

- **Densidade de drenagem:**

Justificativa: Densidade de drenagem representa o comportamento hidrográfico, com capacidade de gerar novos cursos da água, relacionado com tempo de escoamento superficial da bacia, indicando também o grau de dissecação do relevo, em consequência disso, essa rede de drenagem caracteriza estruturação do relevo e sua estabilidade morfodinâmica.

Obtenção e cálculo dos dados: Com base no mapa da hidrografia da bacia, foi obtido o comprimento total dos canais de drenagem em relação a área total da bacia.

- **Declividade**

Justificativa: A declividade tem função importante em uma bacia hidrográfica designar o grau de estabilidade ou instabilidade morfodinâmica da paisagem, realizando processos como infiltração, escoamento da água e umidade

do solo, que pode também ter influência processos erosivos, assim é um bom indicador de verificação da vulnerabilidade do subsistema físico-natural.

Obtenção e cálculo dos dados: Os dados obtidos a partir do mapa topográfico e de hidrografia da bacia, o cálculo foi realizado a partir do somatório dos valor atribuído a cada classe de declividade pela área percentual ocupada por ela na bacia.

INDICADORES DE ESTADO (condições socioeconômicas).

- **Densidade Demográfica.**

Justificativa: As cidades tem sido o foco de migração populacional que gera um adensamento local, com isso é necessário que recursos naturais sejam suficientes para atender a demanda, quanto maior o volume populacional maior problemas ambientais do consumo, o excesso de resíduos gerados, saturação da infra- estrutura urbana, além de ter potencial maior de ocorrências de doenças contagiosas, ao contrário, com número populacional menor pode- se conseguir uma estabilidade das atividades humanas e recursos naturais utilizados.

Obtenção e cálculo dos dados: O cálculo da densidade demográfica foi obtido a partir dos dados do Censo de 2010 para os setores censitários. O indicador foi obtido somando- se número de pessoas residentes em domicílios particulares nos setores censitários da área da bacia e seu entorno e dividindo-se este valor pela área total ocupada por tais setores.

- **Renda.**

Justificativa: A renda é um indicador essencial socioeconômico, ele reflete como a sociedade pode se fragmentar, desde acesso a serviços de saúde e educação, como também as pessoas que vulnerabilidade de renda acabam sendo mais sensíveis à risco ambiental, esse indicador mostra que o desenvolvimento sustentável é algo distante devido à essa não integração das condições socioeconômicas para toda sociedade.

Obtenção e cálculo dos dados: O cálculo da densidade demográfica foi obtido a partir dos dados do Censo de 2010 para os setores censitários. O indicador foi obtido a partir da proporção entre pessoas responsáveis por domicílios com rendimento nominal mensal de mais de 5 salários mínimos em relação ao total de pessoas responsáveis por domicílios com ou sem rendimento no setor censitário.

- **Alfabetização.**

Justificativa: O indicador de responsáveis por domicílios alfabetizados é fundamental para inclusão/exclusão social, sendo que uma pessoa alfabetizada entende e desenvolve melhor aspectos sociais e culturais, entende seus direitos e deveres como cidadão, a alfabetização te prepara para a vida profissional e é uma base para uma educação concreta e construtiva.

Obtenção e cálculo dos dados: O cálculo da densidade demográfica foi obtido a partir dos dados do Censo de 2010 para os setores censitários. O indicador foi obtido a partir da proporção entre pessoas responsáveis por domicílios alfabetizadas em relação ao total de pessoas responsáveis por domicílios no setor censitário.

INDICADORES DE ESTADO (indicadores de infraestrutura domiciliar).

- **Abastecimento de água.**

Justificativa: O abastecimento de água é de grande importância urbana devido sua melhoria nas condições de vida e na saúde da comunidade, através dele podemos controlar doenças, melhoria nos hábitos higiênicos, limpeza pública ou mesmo sendo utilizado para esporte e lazer.

Obtenção e cálculo dos dados: O cálculo da densidade demográfica foi obtido a partir dos dados do Censo de 2010 para os setores censitários. O indicador foi obtido a partir da proporção de domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral em relação ao total de domicílios particulares permanentes no setor censitário.

- **Coleta de esgoto.**

Justificativa: O indicador de coleta de esgoto reflete diretamente nos subsistemas socioeconômicos e físicos- naturais, quando não ocorre a destinação correta deste, ocasiona impactos negativos, podendo gerar contaminação dos recursos hídricos, como também se estiver céu aberto, torna-se fonte de proliferação de agentes causadores de doenças, além do mau cheiro.

Obtenção e cálculo dos dados: O cálculo da densidade demográfica foi obtido a partir dos dados do Censo de 2010 para os setores censitários. O indicador foi obtido a partir da proporção de domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial em relação ao total de domicílios particulares permanentes no setor censitário.

- **Coleta de lixo.**

Justificativa: A destinação adequada e correta do lixo sólido doméstico é essencial para que seja menor os impactos ambientais que este pode gerar, quando não encaminhados ao aterro sanitários e são lançados em lugares impróprios, tornam-se proliferadores de doenças, poluidores de solos, água e ar, como também desvaloriza a paisagem local, diminuindo a qualidade ambiental.

Obtenção e cálculo dos dados: O cálculo da densidade demográfica foi obtido a partir dos dados do Censo de 2010 para os setores censitários. O indicador foi obtido a partir da proporção de domicílios particulares permanentes com lixo coletado em relação ao total de domicílios particulares permanentes no setor censitário.

- **Energia elétrica.**

Justificativa: A energia elétrica é um indicador representante da qualidade de vida do domicílio, proporcionando conforto e bem estar, presente no desenvolvimento das atividades diárias, também com aparelhos que necessitam de energia elétrica para seu funcionamento.

Obtenção e cálculo dos dados: O cálculo da densidade demográfica foi obtido a partir dos dados do Censo de 2010 para os setores censitários. O indicador foi obtido a partir da proporção de domicílios particulares permanentes com energia elétrica em relação ao total de domicílios particulares permanentes no setor censitário

INDICADORES DE ESTADO (indicadores de infraestrutura do entorno dos domicílios).

- **Esgoto a céu aberto.**

Justificativa: O esgoto a céu aberto mostra além de ser um agente causador de problemas na qualidade de vida e na saúde populacional, ele pode provocar um distúrbio nos recursos hídricos, como também na biodiversidade que ali vivem, assim levando a mudanças nos parâmetros físicos- químico da comunidade biológica.

Obtenção e cálculo dos dados: O cálculo da densidade demográfica foi obtido a partir dos dados do Censo de 2010 para os setores censitários. O indicador foi obtido a partir da proporção de domicílios particulares permanentes sem esgoto

a céu aberto em relação ao total de domicílios particulares permanente no setor censitário.

- **Lixo acumulado.**

Justificativa: O acúmulo de dejetos no entorno dos domicílios é um indicador de procriação de uma diversidade de doenças devido a sua exposição, esses lixos produzem um resíduo chamado chorume que gera mau cheiro no ambiente local, que pode contaminar o solo, além de obstruir a paisagem.

Obtenção e cálculo dos dados: O cálculo da densidade demográfica foi obtido a partir dos dados do Censo de 2010 para os setores censitários. O indicador foi obtido a partir da proporção de domicílios particulares permanentes sem lixo acumulado nos logradouros em relação ao total de domicílios particulares permanente no setor censitário.

- **Iluminação pública.**

Justificativa: A iluminação pública no entorno do domicílio é um indicador de qualidade de vida permitindo que a comunidade possa usufruir dos espaços públicos nos períodos noturnos.

Obtenção e cálculo dos dados: O cálculo da densidade demográfica foi obtido a partir dos dados do Censo de 2010 para os setores censitários. O indicador foi obtido a partir da proporção de domicílios particulares permanentes com iluminação pública em relação ao total de domicílios particulares permanentes no setor censitário.

- **Arborização urbana.**

Justificativa: O indicador de arborização urbana é um fator de qualidade de vida, ele reflete numa paisagem urbana mais agradável trazendo bem estar e sombreamento aos pedestres, como também, reduz temperaturas extremas no entorno dos domicílios, produz uma redução da poluição do ar, reduz impacto da água da chuva.

Obtenção e cálculo dos dados: O cálculo da densidade demográfica foi obtido a partir dos dados do Censo de 2010 para os setores censitários. O indicador foi obtido a partir da proporção de domicílios particulares permanentes com arborização no entorno em relação ao total de domicílios particulares permanentes no setor censitário.

ÍNDICE DE QUALIDADE AMBIENTAL

- **Índice de condições físico-naturais :**

Justificativa: Apresenta um resultado parcial do estado atual da qualidade do subsistema físico-natural da área estudada possuindo influencia equivalente na dinâmica do sistema gerou um índice parcial de qualidade ambiental.

Obtenção e cálculo dos dados: O cálculo foi obtido a partir dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), a partir da média dos indicadores das condições físico-naturais na bacia.

- **Índice de condições socioeconômicas:**

Justificativa: Apresenta resultado das condições socioeconômicas da população em 2010 na área estudada, possuindo influencia equivalente na dinâmica do sistema gerou um índice parcial de qualidade ambiental.

Obtenção e cálculo dos dados: O cálculo foi obtido a partir dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), a partir da média dos indicadores de condições socioeconômicas no setor censitário.

- **Índice de infraestrutura domiciliar:**

Justificativa: Apresenta resultado das condições de infraestrutura dos domicílios em 2010 na área estudada, possuindo influencia equivalente na dinâmica do sistema gerou um índice parcial de qualidade ambiental.

Obtenção e cálculo dos dados: O cálculo foi obtido a partir dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), a partir da média dos indicadores de infraestrutura domiciliar no setor censitário.

- **Índice de infraestrutura do entorno dos domicílios:**

Justificativa: Apresenta resultado das condições de infraestrutura do entorno dos domicílios em 2010 na área estudada, possuindo influencia equivalente na dinâmica do sistema gerou um índice parcial de qualidade ambiental.

Obtenção e cálculo dos dados: O cálculo foi obtido a partir dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), a partir da média dos indicadores de infraestrutura do entorno dos domicílios no setor censitário.

- **Índice final de qualidade ambiental:**

Justificativa: Apresenta o resultado final condições de qualidade de vida e qualidade ambiental da Bacia Hidrográfica Santa Maria do Leme e seu entorno que tem influência direta.

Obtenção e cálculo dos dados: O cálculo foi obtido a partir dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), a partir da Média dos Índices de condições físico-naturais, de condições socioeconômicas, de infraestrutura domiciliar e de infraestrutura do entorno dos domicílios.

Na área de estudo da Bacia Hidrográfica Santa Maria do Leme, foi adicionado um entorno de 1 Km de seu limite, que são bairros com impacto e influência direta na qualidade ambiental e de vida da bacia, que nos permitiu uma melhor precisão de resultados. Foram excluídos setores censitários rurais que trariam alterações nas comparações com os setores urbanos, como também foram excluídos setores censitários urbanos em que parte dos domicílios se encontravam fora da área de estudo como apresentado na Figura 3.

Uma consideração importante que o trabalho apresenta, com exceção dos indicadores do subsistema físico-natural, os outros indicadores mostra uma situação de quase uma década atrás (Censo de 2010), pois são os dados mais detalhados que estão disponíveis por enquanto, até ser feito um novo censo em 2020, o que permitirá uma comparação quando com os dados do trabalho quando esses dados do censo de 2020 forem divulgados.

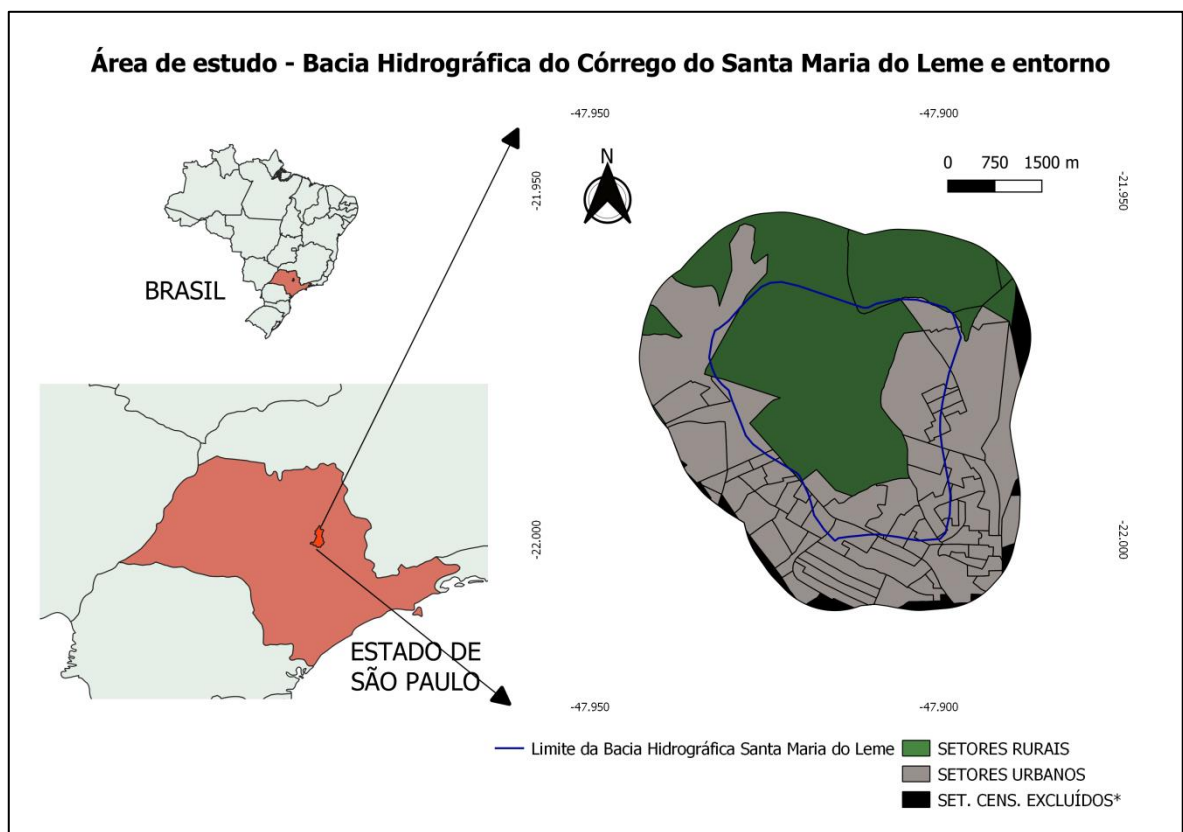


Figura 3: Área de estudo bacia hidrográfica do córrego Santa Maria do Leme e seu entorno.**Tabela 1:** Síntese dos indicadores e índices usados para avaliar qualidade ambiental e qualidade de vida na Bacia do Córrego Santa Maria do Leme (São Carlos - SP) e seu entorno.

Nível da avaliação	Categoria	Indicador	Descrição*	Significado	Fonte dos dados
Subsistema Físico-Natural	Indicadores de condições físico-naturais	Áreas verdes	Proporção de áreas verdes na sub-bacia ou interbacia em relação a área total da sub-bacia ou interbacia	Indica porcentagem de áreas não impermeabilizadas e com cobertura vegetal	Imagem CBERS
		Densidade de drenagem	Comprimento total dos canais de drenagem em relação a área total da sub-bacia ou interbacia	Aponta grau de dissecação da paisagem	Mapas topográfico e de hidrografia
		Declividade	Somatório dos valor atribuído a cada classe de declividade pela área percentual ocupada por ela na sub-bacia ou interbacia	Demonstra nível de estabilidade/instabilidade morfodinâmica da paisagem	Mapas topográfico e de hidrografia
	<i>Índice de condições físico-naturais</i>		<i>Média dos indicadores das condições físico-naturais na sub-bacia ou interbacia</i>	<i>Reflete o estado atual da qualidade do subsistema físico-natural da área estudada</i>	Análise em SIG
Subsistema Socioeconômico	Indicadores de condições socioeconômicas	Densidade demográfica	Número de habitantes em relação à área do setor censitário	Revela o grau de adensamento populacional	Censo 2010
		Renda	Proporção entre pessoas responsáveis por domicílios com rendimento nominal mensal de mais de 5 salários mínimos em relação ao total de pessoas responsáveis por domicílios com ou sem rendimento no setor censitário	Mostra condições econômicas da população	Censo 2010
		Alfabetização	Proporção entre pessoas responsáveis por domicílios alfabetizadas em relação ao total de pessoas responsáveis por	Aponta nível de alfabetização da população	Censo 2010

			domicílios no setor censitário		
			<i>Índice de condições socioeconômicas</i>		
Sistema Complexo Ambiental (interações dos subsistemas físico-natural e socioeconômico)	Indicadores de infraestrutura domiciliar	Abastecimento de água	Proporção de domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral em relação ao total de domicílios particulares permanentes no setor censitário	Reflete o nível de acesso da população à água tratada	Censo 2010
		Coleta de esgoto	Proporção de domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial em relação ao total de domicílios particulares permanentes no setor censitário	Revela o grau de coleta adequada de esgoto doméstico	Censo 2010
		Coleta de lixo	Proporção de domicílios particulares permanentes com lixo coletado por serviço de limpeza em relação ao total de domicílios particulares permanentes no setor censitário	Mostra o grau de coleta apropriada dos resíduos sólidos urbanos	Censo 2010
		Energia elétrica	Proporção de domicílios particulares permanentes com energia elétrica em relação ao total de domicílios particulares permanentes no setor censitário	Indica o nível de acesso da população à energia elétrica	Censo 2010
		<i>Índice de infraestrutura domiciliar</i>	<i>Média dos indicadores de infraestrutura domiciliar no setor censitário</i>	<i>Demonstra as condições de infraestrutura dos domicílios em 2010 na área estudada</i>	Análise em SIG

	Indicadores de infraestrutura do entorno dos domicílios	Esgoto a céu aberto	Proporção de domicílios particulares permanentes sem esgoto a céu aberto em relação ao total de domicílios particulares permanente no setor censitário	Aponta a possível presença de fonte de poluição devido à destinação não adequada do esgoto doméstico	Censo 2010
		Lixo acumulado	Proporção de domicílios particulares permanentes sem lixo acumulado nos logradouros em relação ao total de domicílios particulares permanente no setor censitário	Reflete a possível existência de fonte de poluição devido à destinação não adequada dos resíduos sólidos domésticos	Censo 2010
		Iluminação Pública	Proporção de domicílios particulares permanentes com iluminação pública em relação ao total de domicílios particulares permanentes no setor censitário	Indica a presença de iluminação no entorno dos domicílios	Censo 2010
		Arborização urbana	Proporção de domicílios particulares permanentes com arborização no entorno em relação ao total de domicílios particulares permanentes no setor censitário	Revela a presença de árvores no entorno dos domicílios	Censo 2010
	<i>Índice de infraestrutura do entorno dos domicílios</i>		<i>Média dos indicadores de infraestrutura do entorno dos domicílios no setor censitário</i>	<i>Indica as condições de infraestrutura do entorno dos domicílios em 2010 na área estudada</i>	Análise em SIG
	Índice Final de Estado		Média dos Índices de condições físico-naturais, de condições socioeconômicas, de infraestrutura domiciliar e de infraestrutura do entorno dos domicílios	Reflete as condições de qualidade de vida e qualidade ambiental na área estudada	Análise em SIG

4) RESULTADOS E DISCUSSÃO

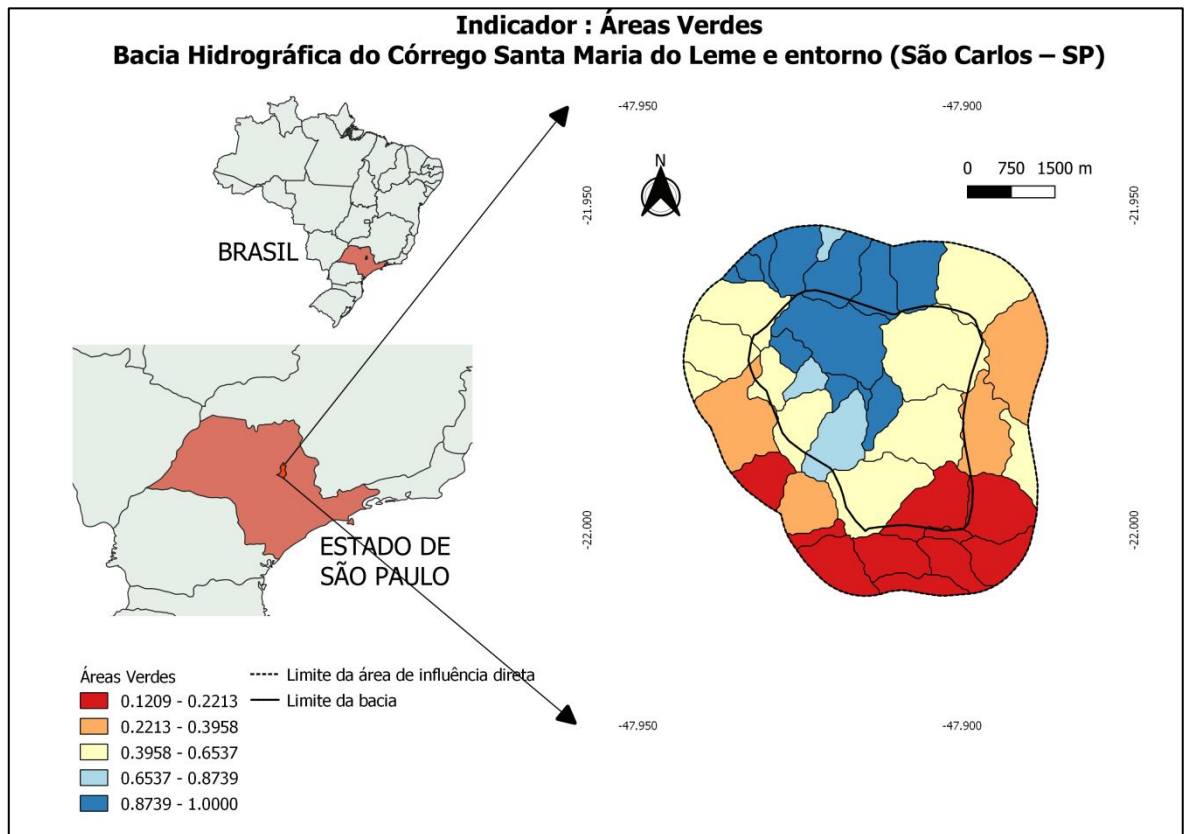


Figura 4: Mapa de indicador de áreas verdes.

Conforme observado na Figura 4, para o indicador áreas verdes, variaram de 0,3958 até 1,00. A maior parte dos bairros dos setores é desprovida de áreas verdes. A maior parte de área verde que observamos na área da bacia, se situa em seus setores rurais.

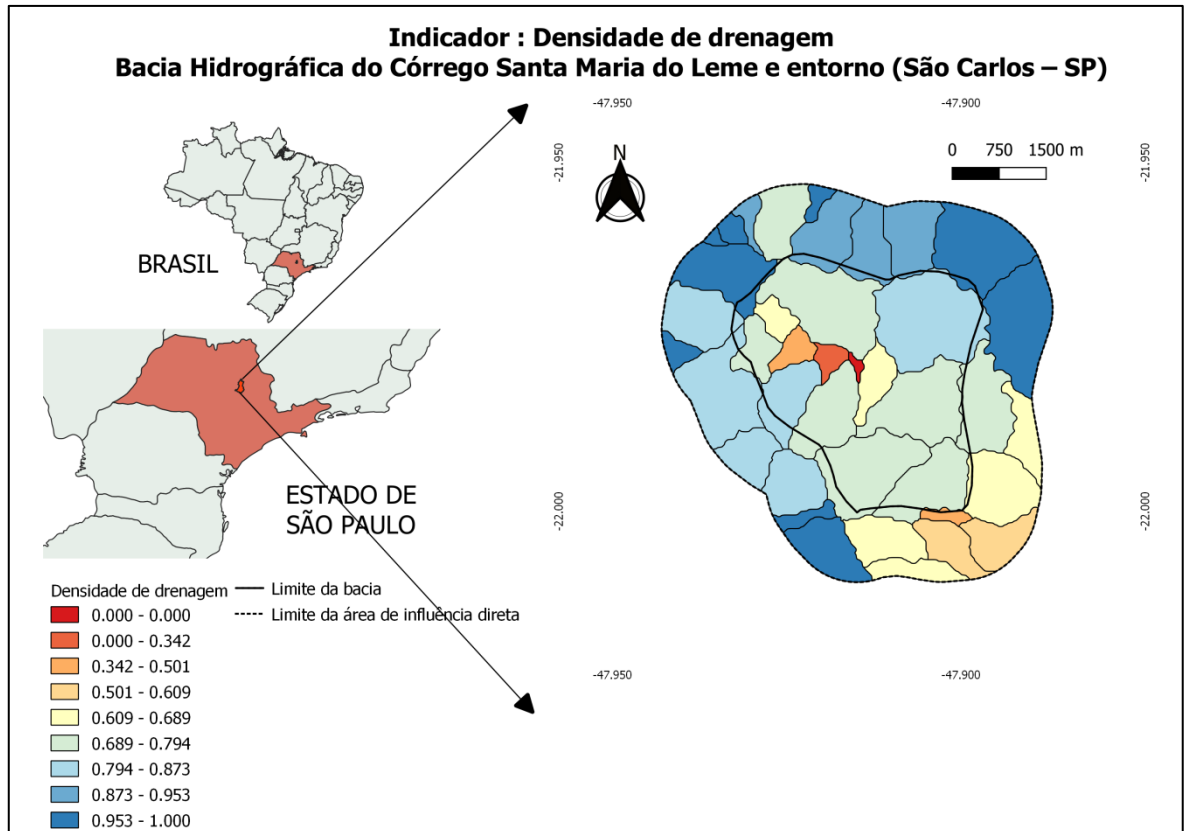


Figura 5: Mapa do indicador de densidade de drenagem.

Conforme observado na Figura 5, para o indicador de densidade de drenagem, variaram de 0,000 até 1,00. A maior parte dos bairros dos setores possuem drenagem. Os baixos com valores menores de densidade de drenagem são os bairros Parque Arnold Schimidt situados na região sul da área do entorno da bacia do córrego Santa Maria do Leme, bem como na região do bairro Vila Celina, localizado na porção sudeste da bacia).

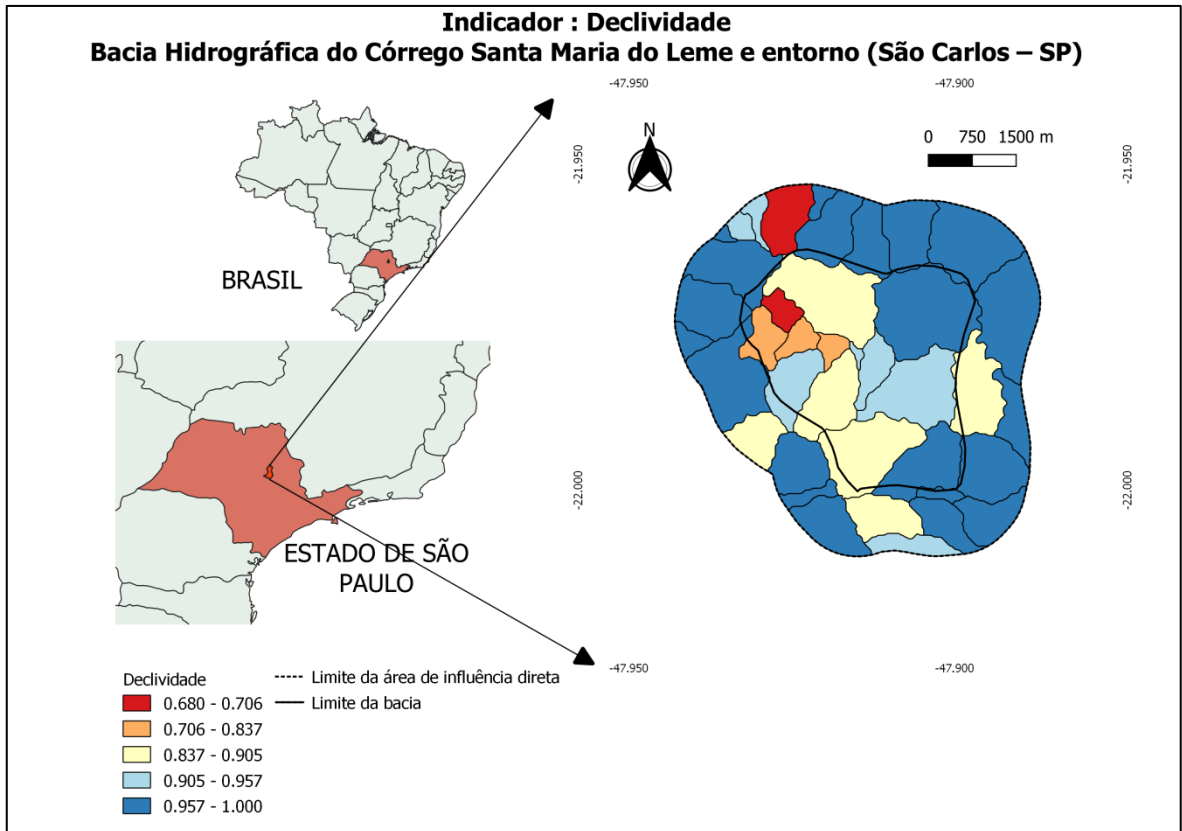


Figura 6: Mapa do indicador de declividade.

Conforme observado na Figura 6, para o indicador declividade, variaram de 0,680 até 1,00. A maior parte dos bairros dos setores é desprovida de áreas verdes. A maior parte de área verde que observamos na área da bacia, se situa em seus setores rurais.

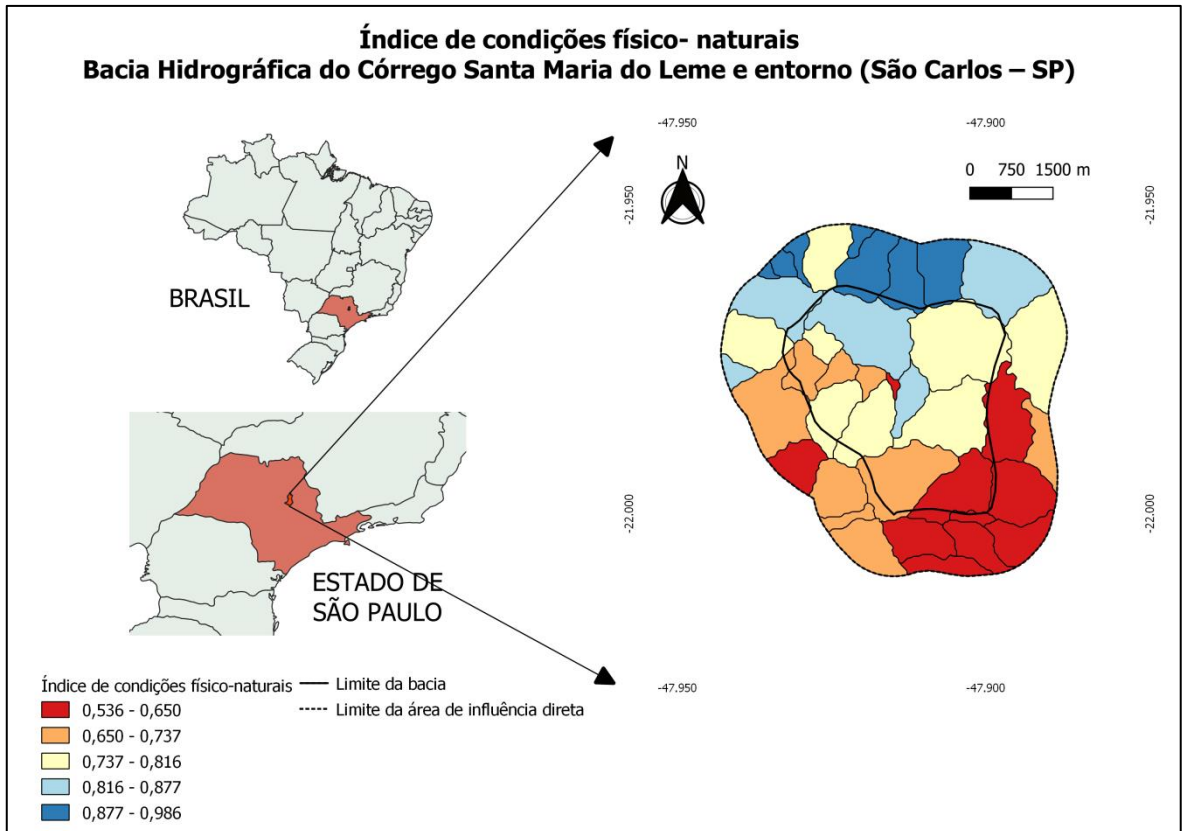


Figura 7: Mapa do índice de condições físico- naturais.

A figura 7 representa o índice de condições físico- naturais, os resultados variaram de 0,536 até 0,986, podemos observar que a bacia não se encontra com melhores valores nos setores urbanos, que os menores valores para este índice são encontrados nos bairros na porção sul Parque Arnold Schimidt na área do entorno, Jardim Paulistano na área da bacia, na porção sudeste os bairros Vila Celina e Jardim Hikare, e no entorno da porção sudeste o bairro Santa Angelina.

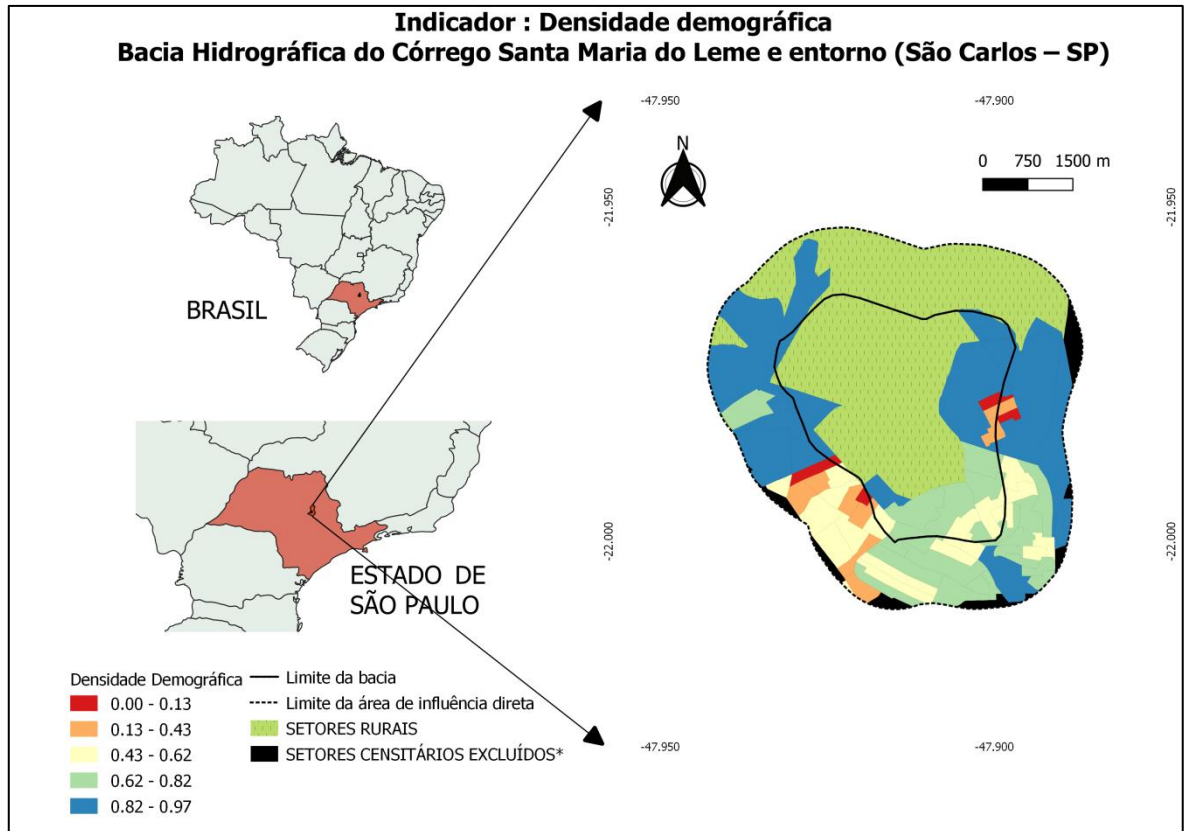


Figura 8: Mapa do indicador de densidade demográfica.

A Figura 8 mostra o indicador densidade demográfica, os resultados variaram de 0,00 até 0,97, observado o mapa obtemos um menor valor encontrado nos bairros na porção sudeste da bacia Jardim São Carlos 5, Santa Angelina e Parque Santa Felícia.

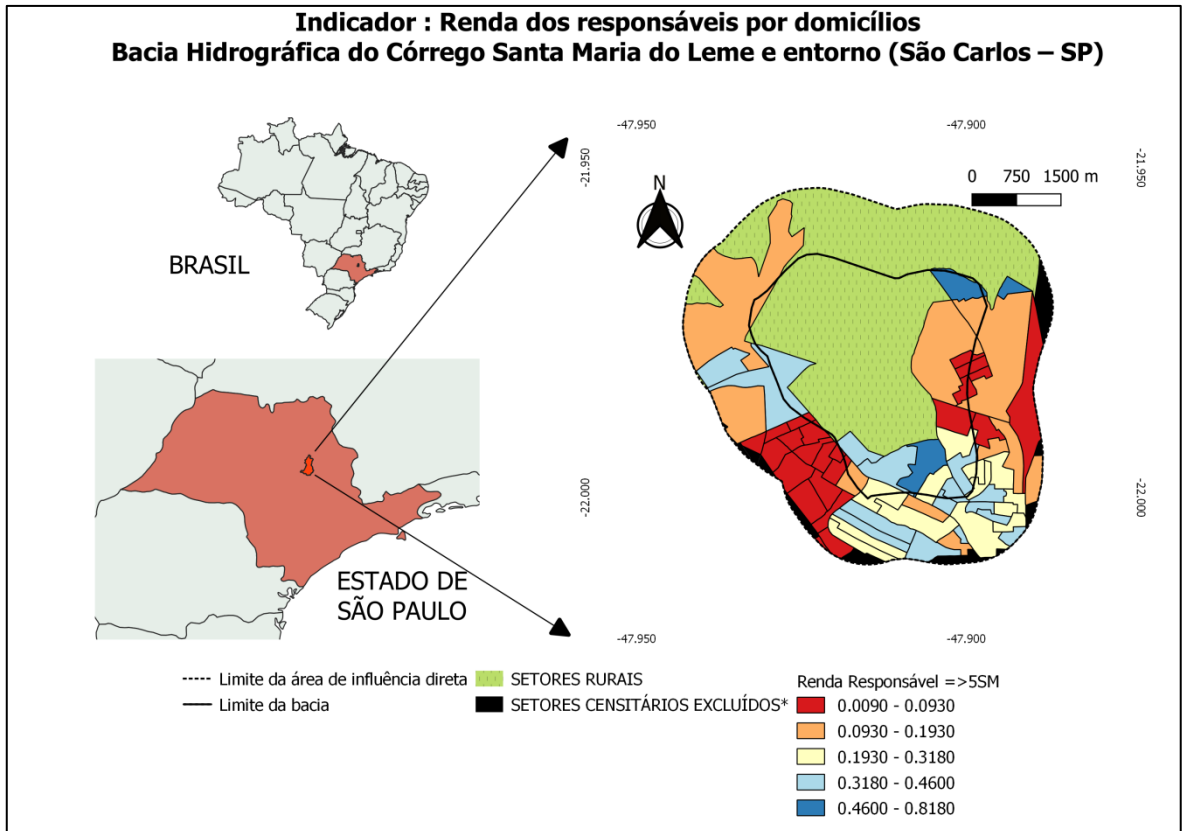


Figura 9: Mapa do indicador de renda dos responsáveis por domicílios.

Conforme a figura 9 nos mostra, o indicador de renda dos responsáveis por domicílios tem uma variação grande entre os setores censitários, varia de 0,0090 até 0,8180, assim, observamos uma grande fragmentação de renda entre os bairros dos setores. Os resultados entre 0,0090 – 0,1930 são considerados com renda menor e se encontram nos bairros Jardim Embaré, Residencial Montreal, Jardim Ipanema localizados a oeste da bacia, ao sudoeste da bacia temos Loteamento Habitacional São Carlos 1 e 2, ao leste temos também Village Damha 1 e 2, Jardim Jockey e ao sudeste temos Vila Celina, Jardim Hikare.

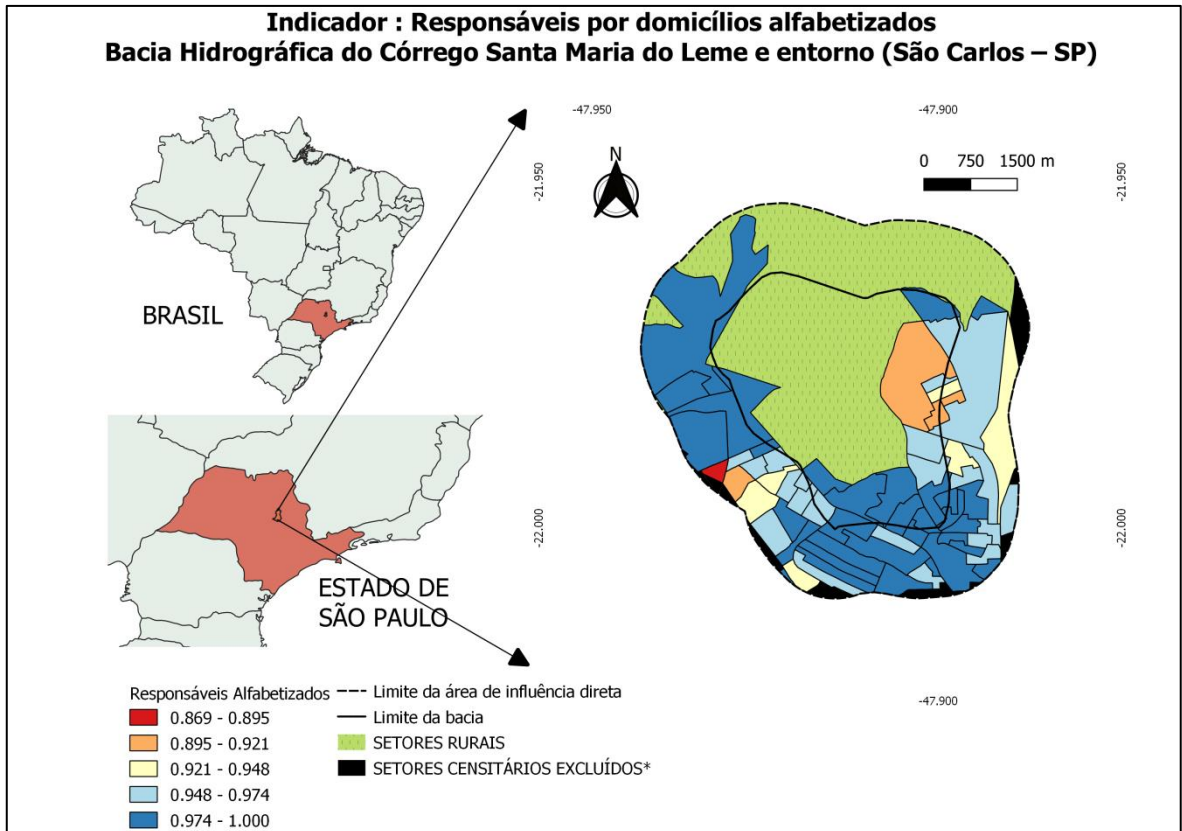


Figura 10: Mapa do indicador de responsáveis por domicílios alfabetizados.

Conforme pode ser observado na Figura 10, para o indicador referente à responsáveis por domicílios alfabetizados, os valores obtidos para os setores censitários variaram desde 0,921 até 1,000, mostrando que a maior parte área de estudo tem seus responsáveis alfabetizados. Os menores valores para o indicador são encontrados em setores que abrangem os bairros Village Damha 1 e 2 e no Jardim Jockey Club que são situados na região leste da área do entorno e da bacia do córrego Santa Maria do Leme, bem como na região do bairro Jardim São Carlos 5 e Santa Angelina que fica na porção oeste do entorno da bacia).

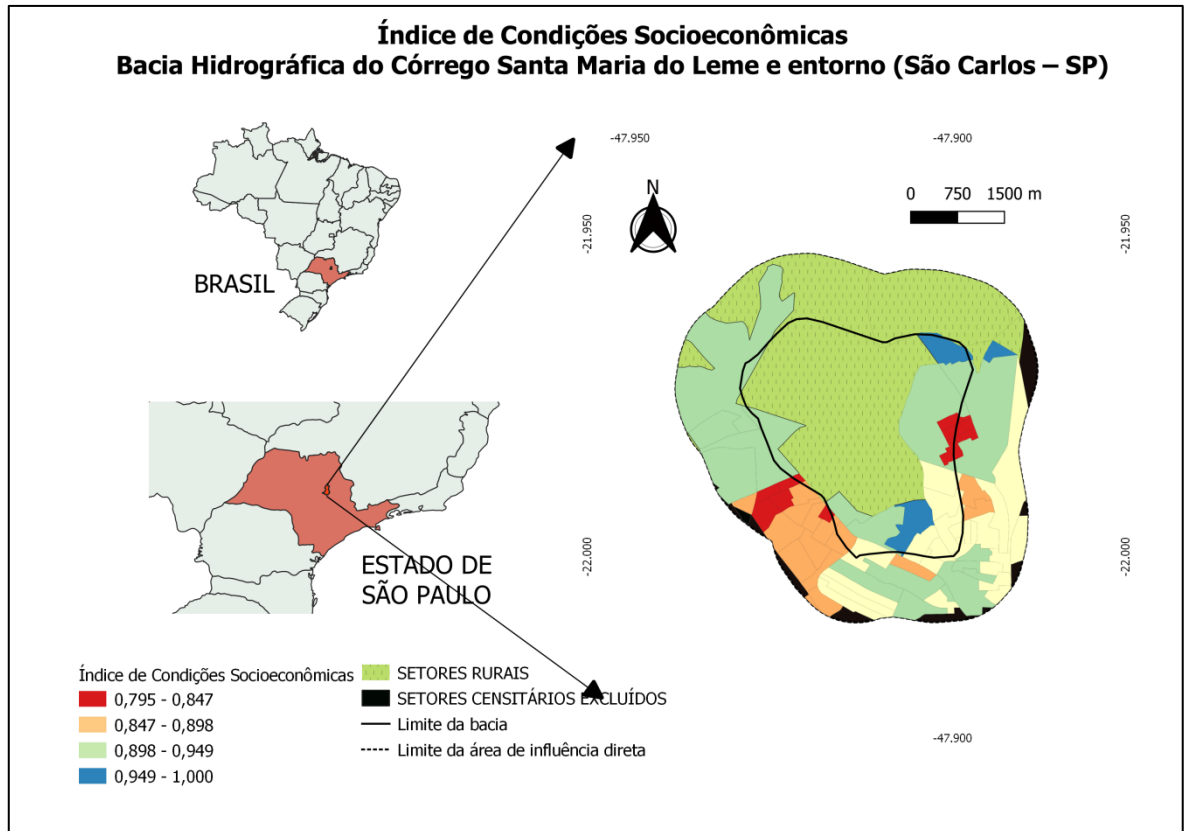


Figura 11: Mapa do índice de condições socioeconômicas.

Conforme a figura 11, podemos observar que o índice de condições socioeconômicas seus valores variaram entre 0,313 até 0,930, observando que temos uma grande fragmentação de valores para este índice, os menores valores são encontrados no entorno da bacia da região sudeste bairros Parque São Carlos 5, Santa Angelina e Parque Santa Felícia, ao sudoeste o bairro Jardim Jockey Club A.

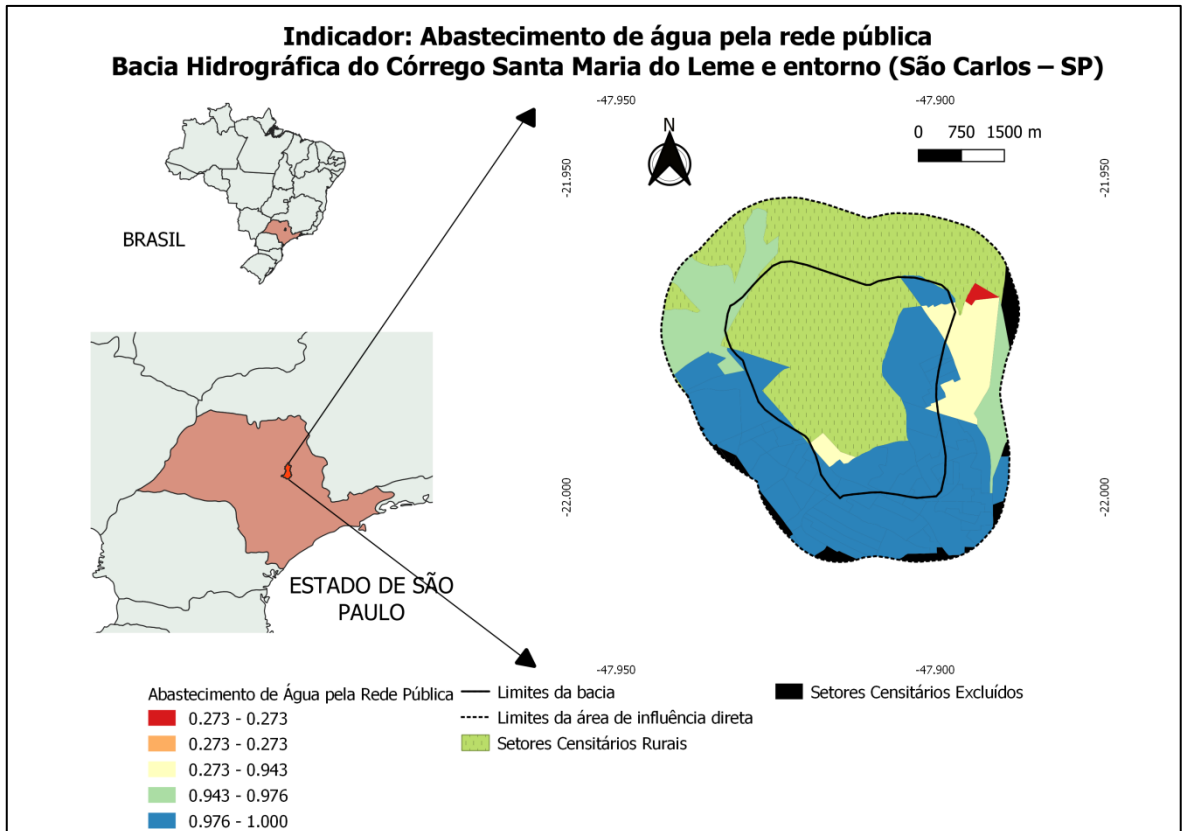


Figura 12: Mapa de Abastecimento de água pela rede pública.

Conforme observado na Figura 12, para o indicador de abastecimento de água pela rede pública, os valores dos setores censitários variaram desde 0,273 até 1,00. Sendo que a maior parte da bacia que se encontra entre 0,976 – 1,00 são atendidos pelo abastecimento de água pela rede pública. Os menores valores encontrados estão em algumas partes do Residencial Damha II, Jardim Jockey Club, e Embaré que são bairros com influência direta na bacia.

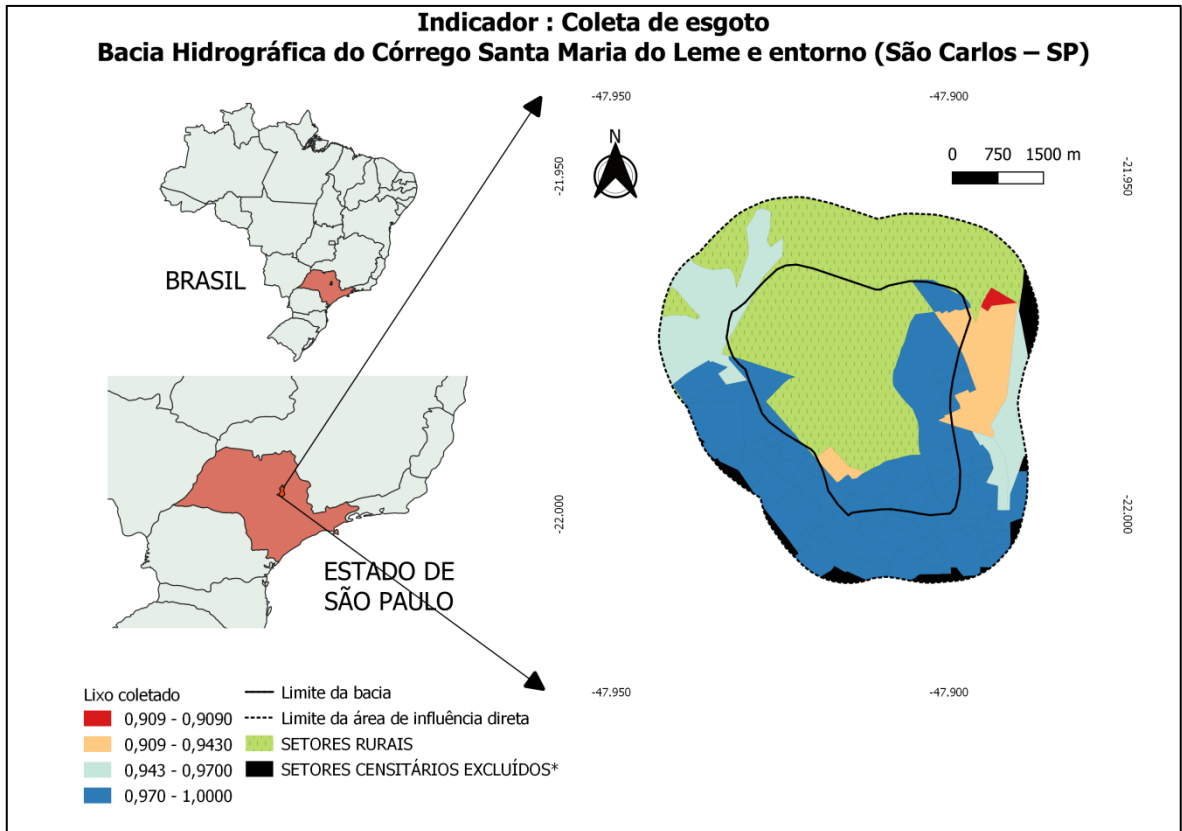


Figura 13: Mapa do indicador de coleta de esgoto.

Conforme observado na Figura 13, para o indicador referente a coleta de esgoto nos domicílios, variaram de 0,909 até 1,00, que mostra que a área de estudo é bem atendida pelo serviço da SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto). A maioria dos setores tem mais de 99% dos domicílios em que o esgoto é coletado. Os menores valores para o indicador são encontrados em setores que abrangem os bairros Residencial Damha II e III, Jardim Jockey Club (situados, respectivamente, nas regiões lesta da área do entorno da bacia do córrego Santa Maria do Leme), bem como na região do Jardim Acapulco, localizado na porção sudoeste da bacia).

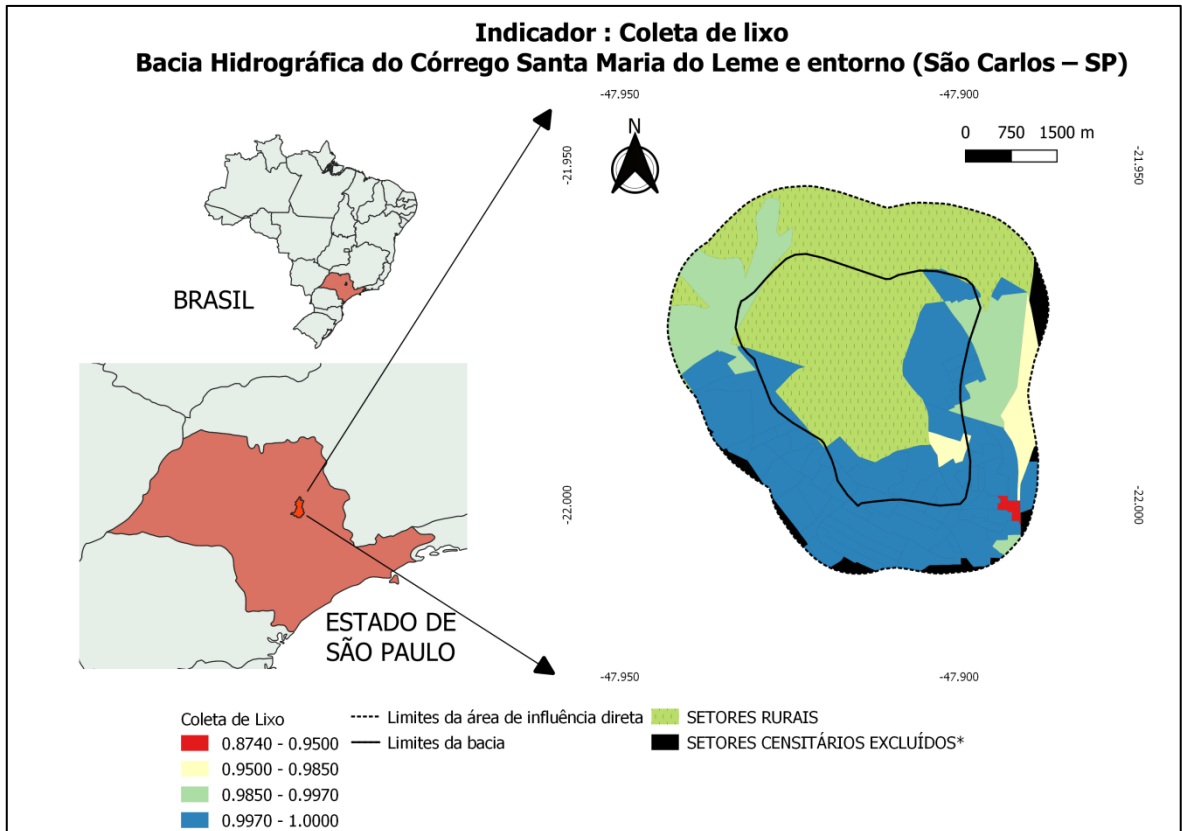


Figura 14: Mapa do indicador de coleta de lixo.

A figura 14 os setores censitários variam de 0,8740 até 1,0000, podemos observar que a bacia e seu entorno é bem atendida pelo serviço de coleta de lixo do município, e que menores valores são encontrados nos bairros Vila Costa do Sol e Vila Celina (situados, respectivamente, nas regiões sudeste e leste da área do entorno da bacia do córrego Santa Maria do Leme), bem como na região do Jardim Hikare, localizado na porção sudeste da bacia).

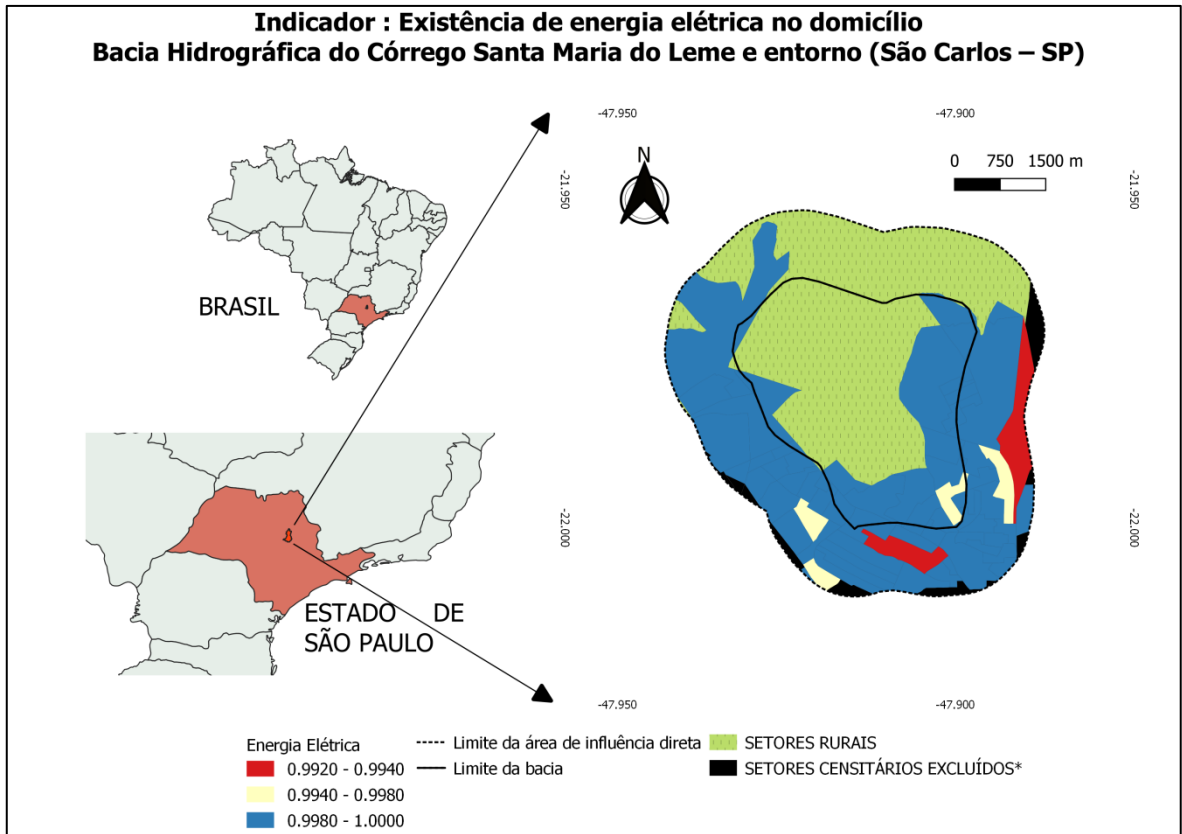


Figura 15: Mapa do indicador de existência de energia elétrica no domicílio.

Conforme pode ser observado na Figura 15, para o indicador referente à existência de energia elétrica nos domicílios, os valores obtidos para os setores censitários variaram desde 0,9920 até 1,0000, mostrando que a área de estudo é bem atendida pelo serviço. A maioria dos setores tem mais de 99% dos domicílios atendidos por energia elétrica. Os menores valores para o indicador são encontrados em setores que abrangem os bairros Parque Arnold Schimidt situados na região sul da área do entorno da bacia do córrego Santa Maria do Leme, bem como na região do bairro Vila Celina, localizado na porção sudeste da bacia).

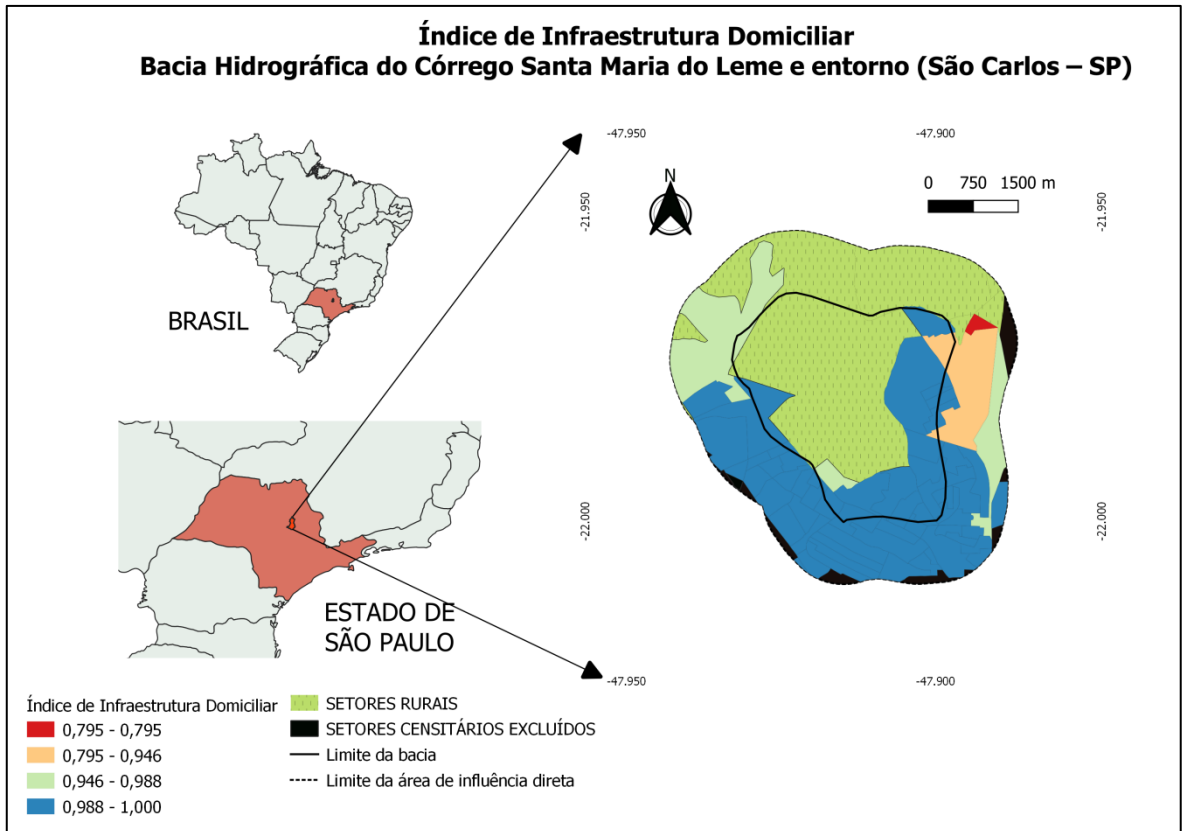


Figura 16: Mapa do índice de infraestrutura domiciliar.

Conforme a figura 16, o índice de infraestrutura domiciliar, os valores variaram de 0,795 até 1,000, que reflete que a maior parte da bacia é tem uma infraestrutura bem atendida, os menores valores se encontram na porção sudeste do entorno da bacia, nos bairros Village Damha II e Jardim Jockey Club.

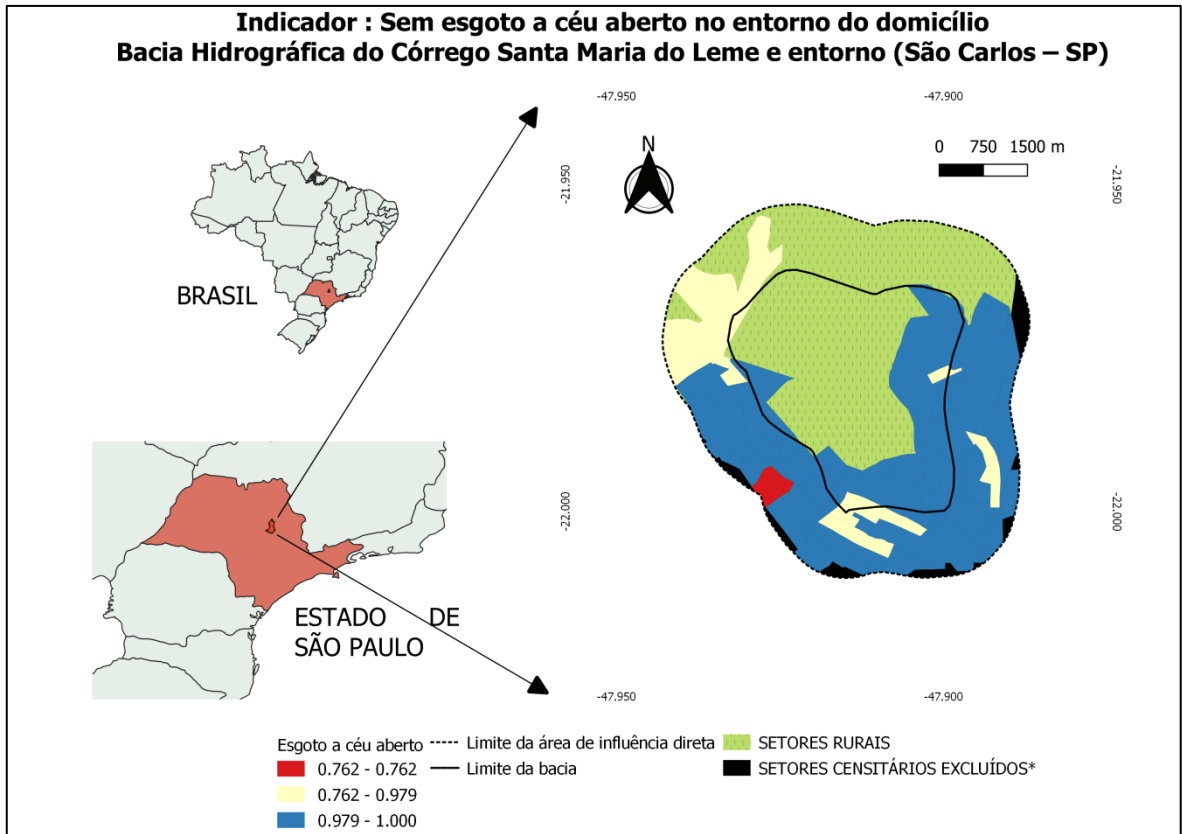


Figura 17: Mapa do indicador de sem esgoto a céu aberto no entorno do domicílio.

Conforme observado na Figura 17, para o indicador sem esgoto a céu aberto no entorno do domicílio, variaram de 0,762 até 1,00, que mostra que a área de estudo não tem esgoto a céu aberto. A maioria dos setores tem mais de 90% dos domicílios são bem atendidos. Os menor valor encontrado para o indicador foi encontrado em setor que abrange o bairro Santa Angelina na porção sudoeste do entorno da bacia

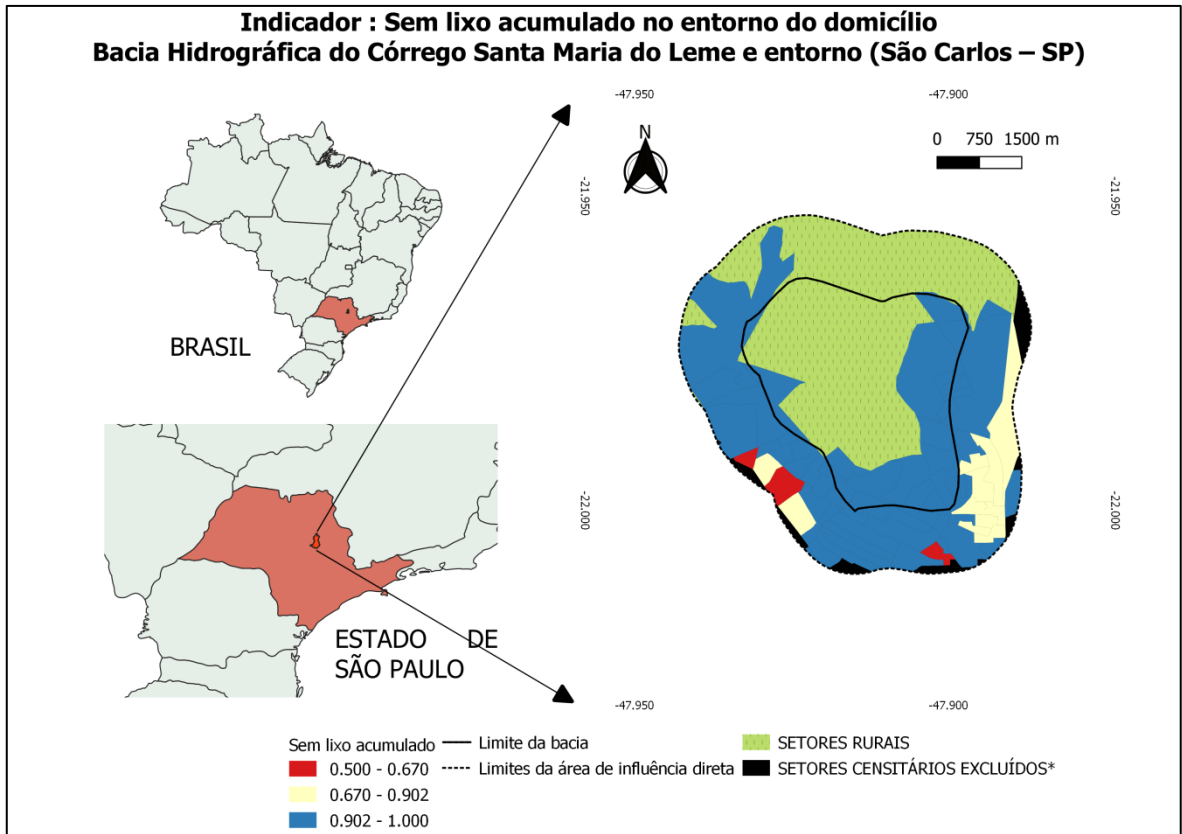


Figura 18: Mapa do indicador sem lixo acumulado no entorno do domicílio.

A Figura 18 mostra o indicador sem lixo acumulado no entorno do domicílio, variaram de 0,500 até 1,00, que mostra que a área de estudo é livre de lixo no entorno do domicílio. Os menor valor encontrado para o indicador foi encontrado em setor que abrange o bairro Santa Angelina e Jardim São Carlos 5 na porção sudoeste do entorno da bacia e na porção sul o Bairro Parque Arnold Schimidit.

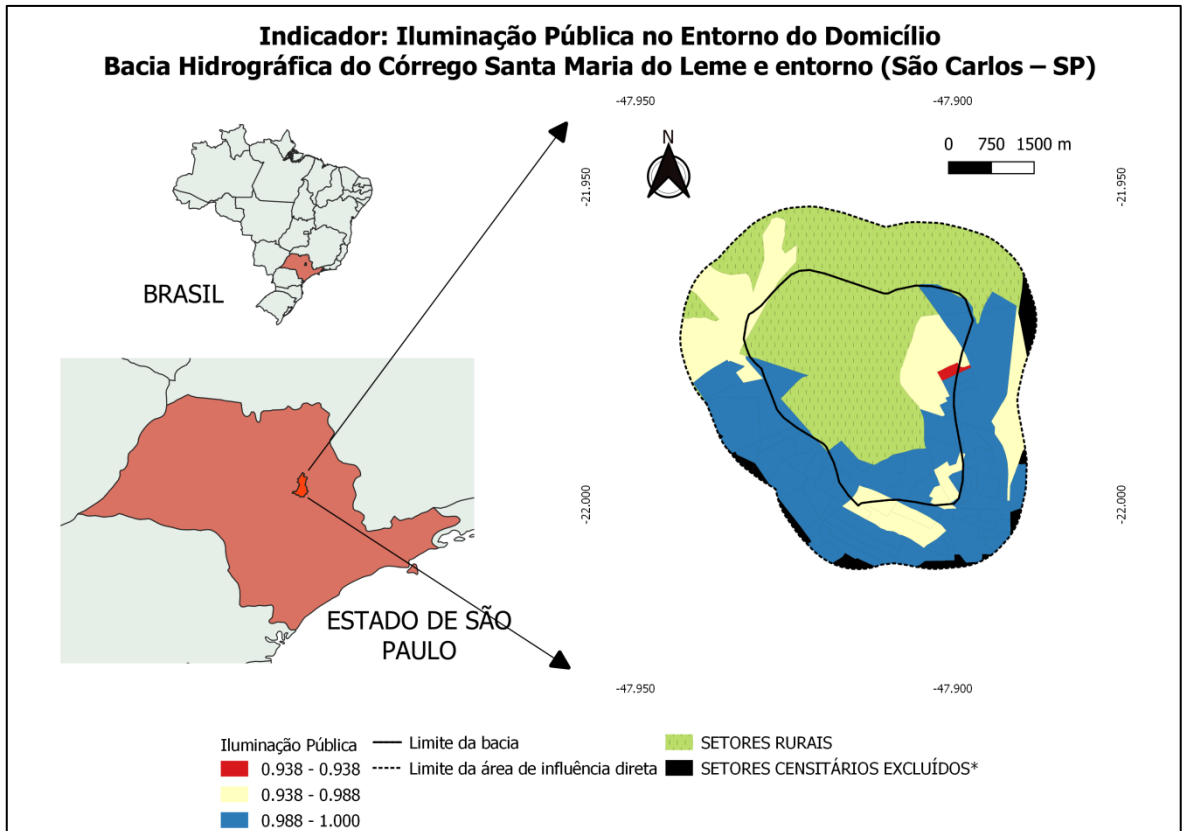


Figura 19: Mapa do indicador de iluminação pública no entorno do domicílio.

A figura 19 mostra o indicador de iluminação pública no entorno do domicílio, os valores obtidos a partir dos setores censitários variam de 0,938 – 1,000 que prediz que a área de estudo é bem atendida pelo serviço de iluminação pública. O menor valor dos setores censitários para o indicador é encontrado no bairro Jardim Jockey Club A se localiza à leste da área da bacia do córrego Santa Maria do Leme.

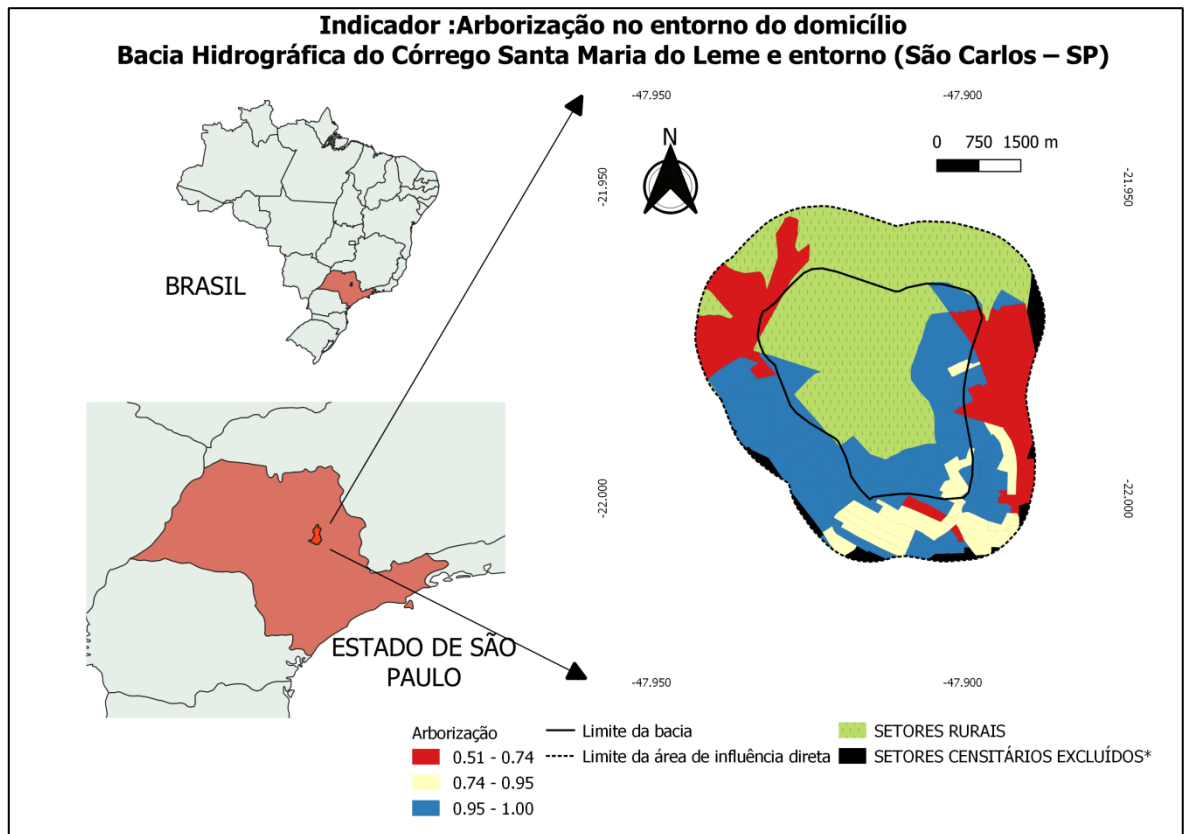


Figura 20: Mapa de Arborização no entorno do domicílio.

Na figura 20 o indicador de arborização no entorno do domicílio, mostra que de 0,51 – 074 da bacia tem pouca arborização, entre os bairros do Jardim Embaré e Jardim Jockey Club. Já o restante da bacia, se encontra com 98% de arborização presente em suas áreas.

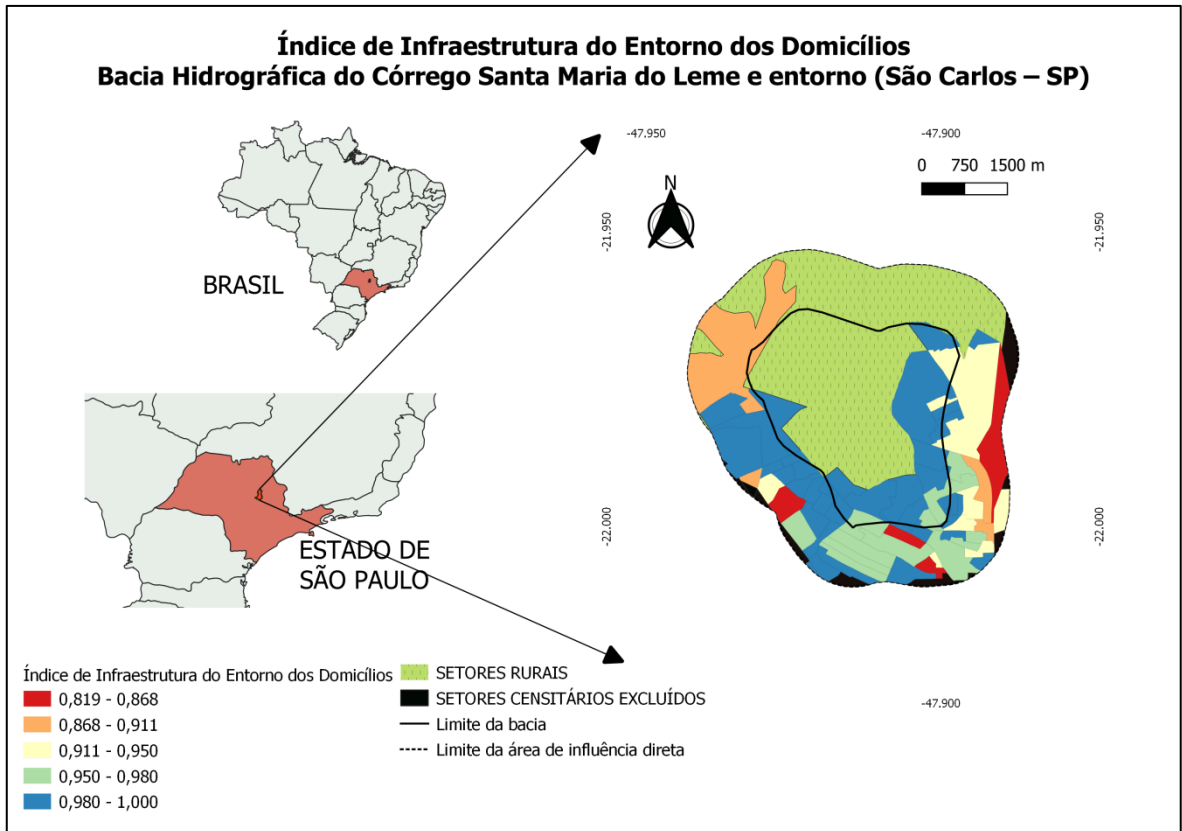


Figura 21: Mapa de índice de infraestrutura do entorno dos domicílios.

De acordo com a Figura 21, o índice de infra-estrutura do entorno dos domicílios, os valores variaram entre 0,819 até 1,000, mostrando que a bacia é bem atendida por sua infra- estrutura do entorno do domicílio, seu menor valor são encontrados na porção sudoeste do entorno da bacia no bairro Santa Angelina e na porção sudeste no bairro Vila Celina.

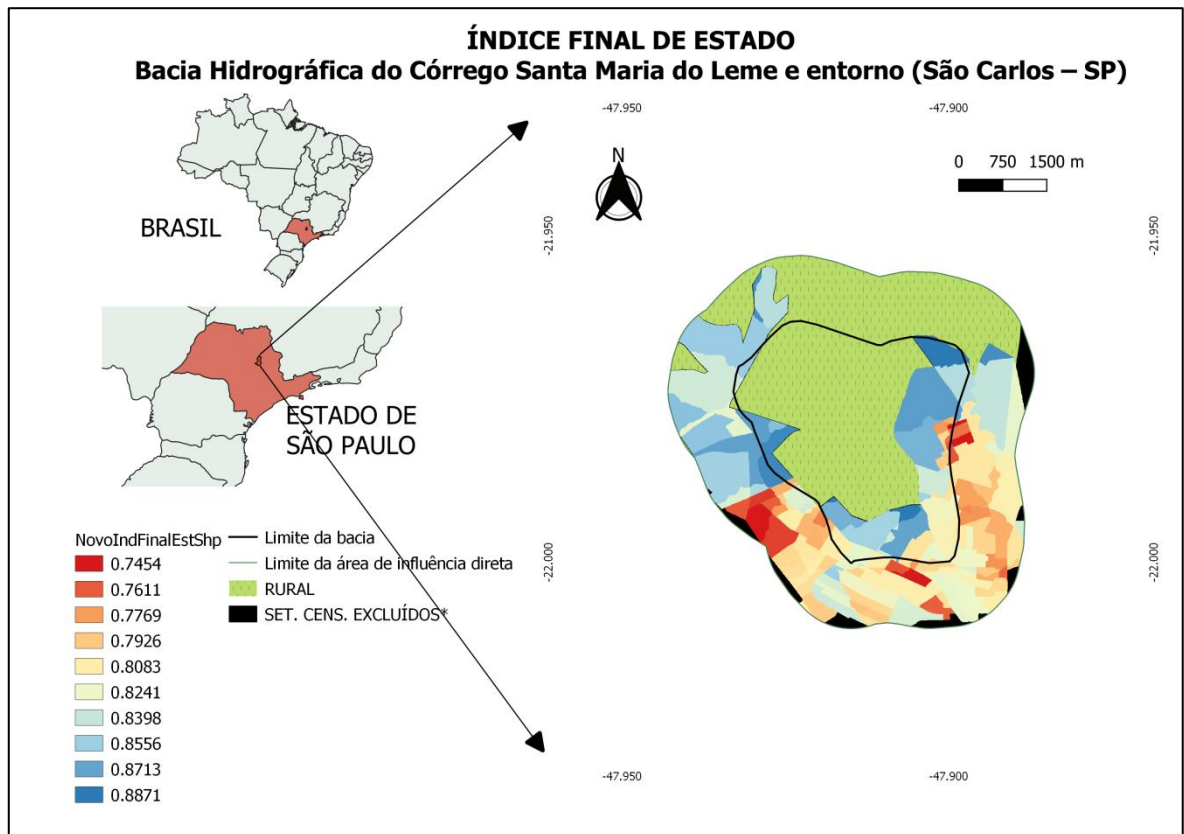


Figura 22: Mapa de índice final do estado.

Conforme a Figura 22, o índice final de estado está variando entre 0,7454 até 0,8871, se que reflete que a bacia e seu entorno têm uma qualidade ambiental e de vida razoavelmente boas, os menores valores são encontrados na porção sudoeste nos bairros Jardim São Carlos 5 e Santa Angelina.

5) CONCLUSÕES

A avaliação da qualidade ambiental e qualidade de vida da Bacia Hidrográfica do córrego Santa Maria do Leme, se apresenta nesse projeto como razoável de acordo com índice final de estado, mas observado pela perspectiva de cada indicador individual, é possível refletir que existem bairros que apresentaram várias vezes valores baixos, como Santa Angelina, São Carlos 5, Jardim Jockey Club e Vila Celina, nesses locais a população tem condição socioeconômica mais vulnerável, a qualidade ambiental relacionada ao indicador de condições físico-naturais, mostra que a bacia sofre grande impacto devido as impermeabilização que se aumenta juntamente com a expansão urbana. É necessário que seja feita uma nova avaliação dos indicadores assim que apresente os dados atualizados dos setores censitários do IBGE de 2020, constando os novos empreendimentos e novas condições socioeconômicas da bacia para que seja refletido um novo planejamento de gestão urbana e ambiental da área da bacia e seu entorno.

6) REFERÊNCIAS

ACSELRAD, Henri. **Discursos da sustentabilidade urbana**. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, n. 1, p.79-89, 31 maio 1999. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais (RBEUR). <http://dx.doi.org/10.22296/2317-1529.1999n1p79>.

ALVES, Míriam Cristiane; SEMINOTTI, Nedio. **O PEQUENO GRUPO E O PARADIGMA DA COMPLEXIDADE EM EDGAR MORIN**. In: XVI CONGRESO DA FEDERACIÓN LATINOAMERICANA DE PSICOTERAPIA ANALÍTICA DE GRUPO, 2004, Porto Alegre. Artigo. Guadalajara - México: Capes, 2004. p. 113 - 133.

ANAND, Madhur et al. **Ecological Systems as Complex Systems: Challenges for an Emerging Science**. Diversity, [s.l.], v. 2, n. 3, p.395-410, 15 mar. 2010. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/d2030395>.

BANDEIRA, Thiago Oliveira;. **INFRAESTRUTURA E QUALIDADE AMBIENTAL URBANA:: UMA AVALIAÇÃO DE MUNICÍPIOS DO ESTADO DO TOCANTINS A PARTIR DE INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS**. 2010. 30 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Olam - Ciência & Tecnologia, Unesp Rio Claro, Rio Claro, 2010.

BERTO, V. Z. **Análise da qualidade ambiental urbana na cidade de Ponta Grossa (PR): avaliação de algumas propostas metodológicas**. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008. Disponível em <http://www.bicentede.uepg.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=186>. Acesso 14/02/2019.

BOCCARA, Nino. **Modeling Complex Systems. Graduate Texts In Physics**, [s.l.], p.2-4, 2010. Springer New York. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-6562-2>. Disponível em: <<http://www.fulviofrisone.com/attachments/article/412/modeling%20complex%20systems%20-%20boccar.pdf>>. Acesso em: 24/09/2018.

Cardoso, C. A.; Dias, H. C. T.; Soares, C. P. B.; Martins, S. V. **Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Debossan, Nova Friburgo, RJ.** Revista *Árvore*, v.30, p.241- 248, 2006.

CARVALHO, Sonia Aparecida de; SILVA, Denival Francisco da; ADOLFO, Luiz Gonzaga Silva. **DIREITOS HUMANOS, DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E SUSTENTABILIDADE.** Revista *Eletrônica do Curso de Direito da Ufsm*, v. 10, n. 1, p.1-24, 21 out. 2015. Universidad Federal de Santa Maria.
<http://dx.doi.org/10.5902/1981369415383>.

CAVALCANTI, Agostinho Paula Brito. Sustentabilidade ambiental como perspectiva de desenvolvimento doi: 10.5007/1807-1384.2011v8n2p219. **Revista Internacional Interdisciplinar Interthesis**, [s.l.], v. 8, n. 2, p.220-237, 15 jul. 2011. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/1807-1384.2011v8n2p219>.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Modelagem de Sistemas Ambientais.** São Paulo: Edgar Blucher Ltda 1ª edição, 1999. P 1-18

Conceitos de bacias hidrográficas : teorias e aplicações; Editores Alexandre Schiavetti, Antonio F. M. Camargo. Ilhéus; p.17 2002.

COSTA, Heloisa Soares de Moura. **Desenvolvimento urbano sustentável: uma contradição de termos.** Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, n. 2, p.55-71, 31 mar. 2000. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais (RBEUR). <http://dx.doi.org/10.22296/2317-1529.2000n2p55>.

DOZENA, A. **São Carlos e seu desenvolvimento:** contradições urbanas de um pólo tecnológico. São Paulo: Annablume, 2008. 114p.

HISTÓRIA DE SÃO CARLOS. **Portal prefeitura de São Carlos, São Carlos. Disponível em <** <http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/historia-da-cidade/115269-historia-de-sao-carlos.html> **>**
 Acesso em 26 de Jul de 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores Sociais Municipais:** uma análise dos resultados do universo do Censo Demográfico. São Paulo. IBGE: 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores Sociais Municipais:** uma análise dos resultados do universo do Censo Demográfico. São Paulo. IBGE: 2010.

JACOBI, P. R. **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade.** Cadernos de Pesquisa, n. 118, p. 189-205, 2003a.

JORDÃO, L.C.S. **[Sub]urbanização: a expansão urbana de São Carlos por meio dos condomínios.** Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, 2014. 185p.

LEITE, Marcos Esdras. FRANÇA, Iara Soares de. Reflexões sobre a sustentabilidade urbana: novo modelo de gestão ambiental da cidade. **Caminhos de Geografia, Uberlândia:** v. 8, n. 22, 2007

LEITE, Marcos Esdras; FRANÇA, Iara Soares de. **REFLEXÕES SOBRE A SUSTENTABILIDADE URBANA: NOVO MODELO DE GESTÃO AMBIENTAL DA CIDADE.** *Caminhos de Geografia -*

Revista On Line, Uberlândia, p.137-142, set. 2007. Disponível em:
<<http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>>. Acesso em: 04 maio 2019.

Lima, Renata Priore. **O processo e o (des) controle da expansão urbana de São Carlos (1857-1977)**. Diss. Universidade de São Paulo, 2007.

MACIEL, Erick de Melo. **A COMPLEXIDADE NO GERENCIAMENTO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS: CONSUMO E GESTÃO INTEGRADA**. Revista Brasileira de Gestão e Engenharia – Issn 2237-1664: Centro de Ensino Superior de São Gotardo, São Gotardo, p.122-136, jun. 2018.

Marília, Msc ; Roggero, Marília ; Luchiari, Ailton. **Qualidade ambiental urbana X Qualidade de vida urbana**. Conference: XVII Encontro Nacional de Geógrafos - Programa de Pós-Graduação em Geografia Física. Jul /2012 . Disponível em
<https://www.researchgate.net/publication/267923662_Qualidade_ambiental_urbana_X_Qualidade_de_vida_urbana> Acesso : 14/02/2019.

MARTINELLI, P. **Qualidade ambiental urbana em cidades médias: uma proposta de modelo de avaliação para o Estado de São Paulo**. 2004. 130f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004. Disponível em <<http://www.athena.biblioteca.unesp.br/F/N2MXXISYAXQGU9F7DH2KUHDUYCS3A3QY2IHY84UF8HMI5DQHT7-46719?func=short-jump&jump=000011>>. Acesso em 14/02/2019.

MATTOS, S. H. V. L. de. **Avaliação da qualidade ambiental da bacia hidrográfica do córrego do Piçarrão (Campinas-SP)**. 2005. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP. 2005. Disponível em
<<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000374006>>. Acesso em 10/02/2019.

MINAKI, C; AMORIM, M. C. C. T; **ESPAÇOS URBANOS E QUALIDADE AMBIENTAL – UM ENFOQUE DA PAISAGEM**. Revista Formação, Presidente Prudente, v. 14, p.67-82, 2007.

OYAMA, A.C. **Estudos hidrológicos aplicados em projetos de urbanismo de impacto reduzido** : uma terceira margem de possibilidades para a Bacia Santa Maria do Leme, São Carlos/SP. Trabalho de Conclusão de Curso - Escola de Engenharia - USP, 2019.

PARROTT, Lael. **Measuring ecological complexity. Ecological Indicators**, [s.l.], v. 10, n. 6, p.1069-1076, nov. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.03.014>.

Plano Diretor de São Carlos atualizado (PMSC, 2018)

PEIXOTO FILHO, Getúlio Ezequiel da Costa. **Proposta de Avaliação da Qualidade Ambiental Urbana da Bacia Hidrográfica do Prosa em Função do Uso e Ocupação do Solo**. 2008. 136 f. Tese (Doutorado) - Curso de Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2008.

PEREIRA, D. S. P.; FORMIGA-JOHNSSON, R. M. **Descentralização da gestão dos recursos hídricos em bacias nacionais no Brasil**. Brasil, outubro 2004. Disponível em:
<<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd27/brasil.pdf>>. Acesso em: 04/09/2018.

PERONTI, Rodrigo. **Quem é o são-carlense: dos caboclos aos imigrantes**. 2018. Disponível em:
<<https://www.acidadeon.com/saocarlos/cotidiano/cidades/NOT,0,0,1384680,quem+sao+os+sao+carlenses+conheca+um+pouco+da+historia.aspx>>. Acesso em: 20 jun. 2019.

POMPÊO, Cesar Augusto. **DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Florianópolis, p.15-24, jan. 2000.

PORTO, Monica F. A.; PORTO, Rubem La Laina. **Gestão de bacias hidrográficas. Estudos Avançados**, [s.l.], v. 22, n. 63, p.43-60, 2008. FapUNIFESP (SciELO).

<http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142008000200004>.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. **Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica**. Estud. av. [online]. 2012, vol.26, n.74, pp.65-92.

SILVA1, Eth R. da et al. **Caracterização física em duas bacias hidrográficas do Alto Juruá, Acre**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, p.714-719, 2014.