UFSM

Ciência Florestal

ISSN 1980-5098
ACESSO ABERTO

Ci. Fl., Santa Maria, v. 34, n. 1, e71899, p. 1-22, jan./mar. 2024 • https://doi.org/10.5902/1980509871899
Submissão: 5/10/2022 • Aprovação: 13/06/2023 • Publicação: 20/02/2024

Artigos

Métricas da paisagem e qualidade ambiental nos remanescentes florestais do Ribeirão Quilombo em Campinas/SP

Landscape metrics and environmental quality in the forest remaining of the Ribeirão Quilombo in Campinas/SP

Regina Márcia Longo[I], Alessandra Leite da Silva[I], Marcela Merides Carvalho[I], Admilson Írio Ribeiro[II]

[I]Pontifícia Universidade Católica, Campinas, SP, Brasil
[II]Universidade Estadual Paulista, Sorocaba, SP, Brasil

RESUMO

Os remanescentes florestais desempenham um importante papel dentro dos ecossistemas urbanos, contribuindo de forma significativa não somente com a qualidade ambiental dos municípios, mas também com a melhoria dos aspectos sociais, econômicos e estéticos das paisagens urbanas. Nesse contexto, aplicar e analisar ferramentas que possam contribuir na discussão ambiental desses ecossistemas se tornam uma contribuição importante na gestão desses espaços dentro dos municípios. O presente trabalho teve por objetivo analisar e discutir a fragmentação florestal e a qualidade ambiental dos fragmentos florestais existentes na bacia hidrográfica do Rio Quilombo, localizada no município de Campinas/SP, sendo esta uma área que sofre com os processos de urbanização, de impermeabilização do solo e de enchentes. De forma geral, os procedimentos executados para avaliação da qualidade ambiental dos remanescentes florestais na bacia hidrográfica em estudo foram realizados em cinco etapas principais: (1) Mapeamento dos remanescentes florestais; (2) Cálculos das métricas de paisagem; (3) Avaliação da Qualidade Ambiental dos remanescentes; (4) Análise estatística dos dados; e, por fim, (5) Diagnóstico da bacia hidrográfica a partir dos resultados obtidos. De um modo geral, pode-se observar que a bacia hidrográfica do Ribeirão Quilombo, caracterizada pelo alto grau de uso e ocupação do solo e predomínio de áreas urbanizadas, com condições de solo e declividade não críticas, sendo que os remanescentes florestais são de tamanho predominantemente médio e apresentam condições semelhantes de distância de vizinho mais próximo (ENN), onde aproximadamente 50% deles encontram-se a menos de 60 m de distância do seu vizinho mais próximo. Diante dessas condições, as ações de manejo e conservação de vegetação natural na bacia do Quilombo dificilmente poderá estar pautada na conectividade dos remanescentes. Indica-se que sejam propostas ações especialmente voltadas em amenizar os efeitos de borda que tem atuado sobre esses remanescentes e garantir a efetividade e qualidade dos processos ecológicos envolvidos.

Palavras-chave: Bacia do Ribeirão Quilombo; Enchentes; Remanescentes florestais

Artigo publicado por Ciência Florestal sob uma licença CC BY 4.0.

ABSTRACT

Forest remnants play an important role within urban ecosystems, contributing significantly not only to the environmental quality of municipalities, but also to improving social, economic and aesthetic aspects. In this context, applying and analyzing tools that can contribute to the environmental discussion of these ecosystems become an important contribution in the management of these spaces within the municipalities. The present work aimed to analyze and discuss the forest fragmentation and the environmental quality of the existing forest fragments in the hydrographic basin of the Quilombo River, located in the municipality of Campinas/SP, which is an area that suffers from the processes of urbanization, soil sealing and floods. In general, the procedures performed to assess the environmental quality of forest remnants in the watershed under study were carried out in five main stages: (1) Mapping of forest remnants; (2) Landscape metrics calculations; (3) Environmental Quality Assessment of the remnants; (4) Statistical analysis of data; and, finally, (5) Diagnosis of hydrographic basins based on the results obtained. In general, it can be observed that the Quilombo basin, characterized by the high degree of use and occupation of the soil and predominance of urbanized areas, with non-critical soil and slope conditions, and the forest remnants are predominantly of medium size and have similar conditions of nearest neighbor distance (ENN), where approximately 50% of them are less than 60 m away from their nearest neighbor. Given these conditions, the management and conservation actions of natural vegetation in the Quilombo basin can hardly be based on the connectivity of the remnants. It is indicated that actions are proposed especially aimed at mitigating the edge effects that have acted on these remnants and guaranteeing the effectiveness and quality of the ecological processes involved.

Keywords: Ribeirão Quilombo Basin; Floods; Forest remnants

1 INTRODUÇÃO

A cobertura vegetal desempenha um papel ecológico fundamental dentro dos ecossistemas urbanos, auxiliando de forma significativa na infiltração da água nos solos e consequentemente diminuindo as enchentes que acarretam inúmeros problemas à população, dentre inúmeras outras contribuições. As características socioambientais das cidades, tais como, a fragmentação de habitats naturais e consequentes aumentos na impermeabilização do solo, além da ocupação dos fundos de vales e áreas de inundação por parte da população, especialmente as de baixa renda, agravam ainda os problemas crônicos de enchentes, sendo um exemplo a bacia do Ribeirão Quilombo em Campinas/SP, conforme destacam Perez Filho, Mattos, Orsi, Vicente e Vicente (2006).

Nesse cenário os remanescentes florestais desempenham um importante papel. As florestas urbanas caracterizam-se por estarem localizadas em porções

territoriais pertencentes ou próximas às áreas urbanas e periurbanas e que, portanto, estão altamente sujeitas às influências antrópicas (Pippi; Trindada, 2013). Por estarem integradas às áreas urbanas, os remanescentes florestais apresentam um papel fundamental neste ambiente, pois por meio de suas funções sociais, estéticas e ecológicas contribuem para a amenização de impactos ambientais oriundos do próprio processo de urbanização (Toledo; Santos, 2008).

Um desses impactos está relacionado, por exemplo, ao clima em ambientes urbanos que é composto, majoritariamente, por superfícies impermeáveis, ruas e edificações; gerando um calor antropogênico caracterizado como ilhas de calor urbanas, que são constatadas principalmente nas regiões com maior intensidade de ocupação e concentração de atividades antrópicas (Leal; Biondi; Batista, 2014). Nesse contexto, as áreas verdes urbanas e estratos naturais são bastante relevantes, pois devido à sua alta cobertura vegetativa, em comparação às demais classes de uso do solo, fornecem serviços de regulação climática que contribuem para a melhoria do clima urbano (Baró; Chaparro; Gómez-Baggethun; Langemeyer; Nowak; Terradas, 2014). Estudos mostram que a presença de florestas provoca quebra nos padrões de altas temperaturas provocadas pelas ilhas de calor; podendo ser identificadas nestas áreas as menores médias de temperatura, bem como as maiores médias de umidade relativa. Dessa forma, garantindo a manutenção de temperaturas mais amenas, há geração de maior conforto térmico à população (Leal; Biondi; Batista, 2014; Martini; Biondi; Batista; Silva Filho, 2017; Bargos; Matias, 2011).

Associados aos fenômenos de ilhas de calor surgem no ambiente outros problemas, tais como aqueles relacionados à qualidade e quantidade de água. Estudos apontam que a maioria das bacias hidrográficas que mais sofrem com problemas de qualidade de água são aquelas que passaram por um intenso e acelerado processo de ocupação, tendo sua vegetação drasticamente reduzida (Camargo; Soares; Hoffmann; Camargo; Masutti; Friedrich; Uliana, 2013; CHAVES; SANTOS, 2009). Sugere-se, então, um estudo dos parâmetros físico – químicos e microbiológicos da água, para que se

tenha avaliação da qualidade ambiental completa desta região do Ribeirão Quilombo. Nesse sentido, Menezes, Bittencourt, Farias, Bello, Fia e Oliveira (2016) evidenciaram que, mesmo em meio a uma bacia urbanizada, existem nítidas diferenças entre a qualidade de água em áreas próximas a nascentes que abrigam remanescentes florestais quando comparado ao restante do rio ou ribeirão, e isso deve-se a função do efeito filtro da vegetação. Além disso, os remanescentes de vegetação promovem interceptação das águas de chuva, reduzindo o percentual de escoamento superficial; favorecem o controle dos processos erosivos e contribuem para o controle das inundações (Bargos; Matias, 2011; Franco; Souza; Ivanauskas; Mattos; Baitello; Aguiar; Catarucii; Polisel, 2007; Sanchotene, 2004 *apud* Toledo; Santos, 2008).

Paisagens com alto nível de fragmentação demandam a preservação da biota tanto em âmbito local, levando em consideração todo trecho de floresta, quanto na escala da paisagem (Liboni; Vidal; Rother; Farah; Rodrigues, 2019). Na escala da paisagem, ressalta-se a importância de considerar o total de fragmentos florestais em uma área, ainda que sejam pequenos, e não apenas um ou outro fragmento individualmente. Além de conter as demais espécies regionais (Turner; Corlett, 1996). Pequenos fragmentos também são essenciais para possibilitar a conectividade da paisagem (Pardini; Souza; Braga-Neto; Metzger, 2005). Eles podem agir como corredores ecológicos ou trampolins, capazes de vincular um fragmento a outro através do fluxo biológico (Pardini; Souza; Braga-Neto; Metzger, 2005). Porém, ressalta-se que esse fluxo depende da estrutura da paisagem, ou seja, da disposição e arranjo espacial de seus elementos.

Em paisagens bastante fragmentadas e onde a cobertura florestal é privativa a menos de 10% da área original, como é o caso em regiões do interior de São Paulo, os fragmentos são comumente isolados, distantes entre si (Ribeiro; Metzger; Martensen; Ponzoni; Hirota, 2009). Essa visão reforça a importância da recuperação ecológica em escala paisagística, com o intuito de aumentar a cobertura florestal e a conectividade entre fragmentos florestais (Rodrigues; Gandolfi; Nave; Aronson; Barreto; Vidal;

Brancalion, 2011; Rother; Vidal; Fagundes; Silva; Gandolfi; Rodrigues; Nave; Viani; Brancalion, 2018; Tambosi; Martensen; Ribeiro; Metzger, 2014).

A bacia do Ribeirão Quilombo localiza-se na Região Metropolitana de Campinas (RMC), onde residem em 2023 cerca de 3,1 milhões de pessoas, de acordo com estimativa do IBGE. Dos 20 municípios da RMC, 6 deles estão parciais ou totalmente inseridos na bacia do Ribeirão Quilombo (Perez Filho; Mattos; Orsi; Vicente; Vicente, 2006). Nas últimas décadas, essa região apresentou grande desenvolvimento econômico, destacando principalmente as atividades industriais e a área tecnológica, que atraíram um significativo contingente populacional para seus municípios. Em consequência, a estrutura urbana foi se expandindo, nem sempre de forma adequada para absorver os impactos ambientais gerados por essa expansão.

Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo analisar e discutir a fragmentação florestal e a qualidade ambiental dos fragmentos florestais existentes na bacia hidrográfica do Rio Quilombo, localizada no município de Campinas/SP. Por se tratar de uma área bastante urbanizada.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O Ribeirão Quilombo é integrante da Bacia do Piracicaba/Capivari/Jundiaí, sendo um afluente do Rio Piracicaba. Encontra-se na Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (UGRHI-5), pertencente à Diretoria de Bacia do Médio Tietê (BMT), do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE-SP). Esta bacia hidrográfica faz parte da rede de drenagem da Região Metropolitana de Campinas (RMC), situando-se a sudoeste do município, abrangendo seis localidades: Sumaré, Americana, Nova Odessa, Campinas, Hortolândia e Paulínia. A bacia situa-se em uma área de transição climática, onde atuam diferentes sistemas atmosféricos tropicais e extratropicais (Perez Filho; Mattos; Orsi; Vicente; Vicente, 2006).

O levantamento de dados de fragmentos florestais foi obtido junto à prefeitura de Campinas/SP. Os indicadores foram essenciais para a determinação da qualidade ambiental e a metodologia empregada para a obtenção dos indicadores foi adaptada de Silva e Longo (2020). Ressalta-se também que os arquivos vetoriais e raster envolvidos no processo foram normalizados para um único sistema de referência, ou seja, todos os arquivos foram projetados para o Datum SIRGAS 2000 UTM Zone 23S para que não houvesse distorções durante a comparação dos fragmentos florestais e dos dados ecológicos e geomorfológicos da região. O arquivo *shapefile* do uso e ocupação do solo foi obtido através do site do Sistema Ambiental Paulista DataGEO.

As análises dos remanescentes florestais em cada bacia hidrográfica do município foram realizadas por meio das métricas, calculadas por meio de *softwares* ArcGIS. Na extensão Patch Analyst, foram calculadas as seguintes métricas, apresentadas na Tabela 1. As mesmas se aplicam à paisagem no geral, no caso, foram aplicadas para uma análise geral das bacias quanto aos remanescentes.

Sendo assim, esta análise foi realizada para cada bacia hidrográfica, a partir de ponderação das métricas avaliadas. Entretanto, algumas das doze métricas analisadas estão relacionadas direta ou indiretamente aos mesmos fatores, como é o caso das métricas: Índice de Forma (SHAPE) e Índice de Circularidade (IC); Distância do vizinho mais próximo (ENN) e Conectividade (CONNECT); Proximidade à malha viária (PROXVIAS) e Grau de uso e ocupação do solo no entorno (BORDA); Grau de erodibilidade (EROD) e Declividade (DECLIV). Sendo assim, optou-se por adotar apenas uma de cada destas métricas. Pelo qual consolidaram-se os critérios de avaliação da qualidade ambiental dos remanescentes, com sua respectiva ponderação, conforme apresentados na Tabela 1.

A determinação da qualidade ambiental dos remanescentes florestais foi realizada de acordo com adaptação de método de análise multicriterial empregado por Freitas (2012) e Fengler, Moraes, Ribeiro, Peche Filho, Storino e Medeiros (2015), na avaliação de fragmentos florestais em microbacia do Rio Jundiaí-Mirim, interior de

São Paulo. Esse método se baseia no princípio de ponderação de valores, no qual existe possibilidade de comparar os pontos avaliados em referência a um ponto considerado como ideal. Freitas (2012) destaca que nos ambientes antropizados o ponto de qualidade ideal é praticamente inatingível; apesar disso, é possível identificar os fragmentos com necessidades mais urgentes, guiando a adequadas soluções de manejo e gestão.

Tabela 1 – Métricas de paisagem calculadas para cada bacia hidrográfica por meio da extensão Patch Analyst

Tipologia	Métricas de paisagem calculadas no Patch Analyst	
Tamanho	CA	Class Area/ Área da classe
	TLA	Landscape Area/ Área da paisagem
	NumP	Number of Patches/ Número de fragmentos
	MPS	Mean Patch Size/ Tamanho médio dos fragmentos
	MedPS	Median Patch Size/ Tamanho mediano dos fragmentos
	PSSD	Patch Size Standard Deviation/ Desvio padrão do tamanho dos fragmentos
	PSCo	Patch Size Coefficient of Variance/ Coeficiente de variação do tamanho dos fragmentos
Borda	TE	Total Edge/ Total de borda
	ED	Edge Density/ Densidade de borda
	MPE	Mean Patch Edge/ Comprimento médio da borda
Forma	MPAR	Mean Perimeter-Area Ratio/ Relação média perímetro-área
	MSI	Mean Shape Index/ Indicador médio de forma
	AWMS	Area Weighted Mean Shape Index/ Indicador médio de forma ponderado pela área
	MPFD	Mean Patch Fractal Dimension/ Dimensão fractal média dos fragmentos
	AWMPFD	Area Weighted Mean Patch Fractal Dimension/ Dimensão fractal média dos fragmentos ponderada pela área

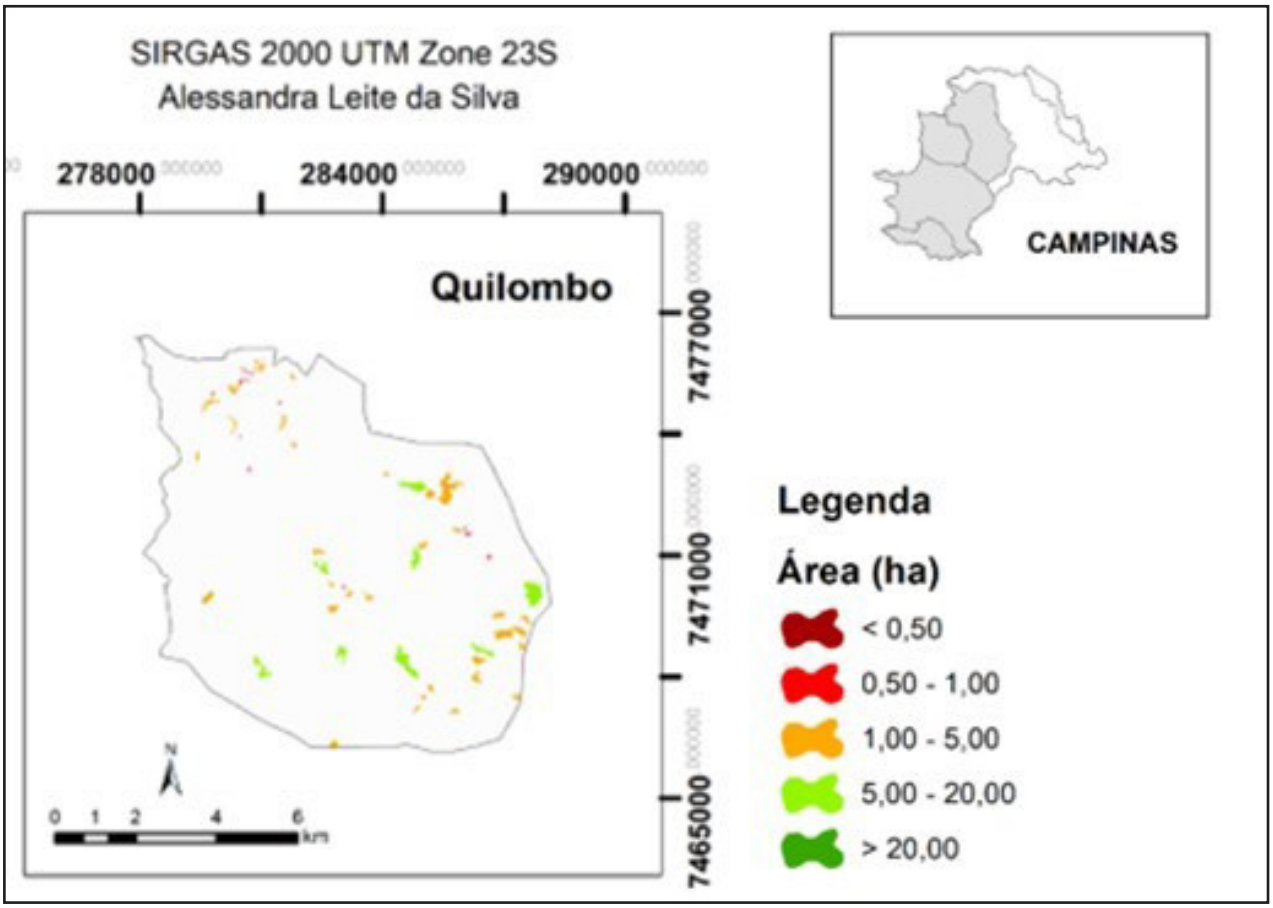
Fonte: Autores (2022)

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A bacia hidrográfica do ribeirão Quilombo, apesar de ser a menor do município de Campinas, com menor número de remanescentes e menor percentual de área florestal, apresenta 16,98% de remanescentes classificados com tamanho bom (5,00

- 20,00 ha), sendo a bacia com o maior percentual nesta classe, conforme mostra a Figura 1. Apesar disso, quando considerada a área central, observou-se o menor índice: apenas 9,80% da área florestal remanescente consiste em área central, ou seja, área efetiva (Figura 1).

Figura 1 – Classificação dos remanescentes florestais de acordo com o tamanho (métrica AREA) – Bacia hidrográfica do Ribeirão Quilombo



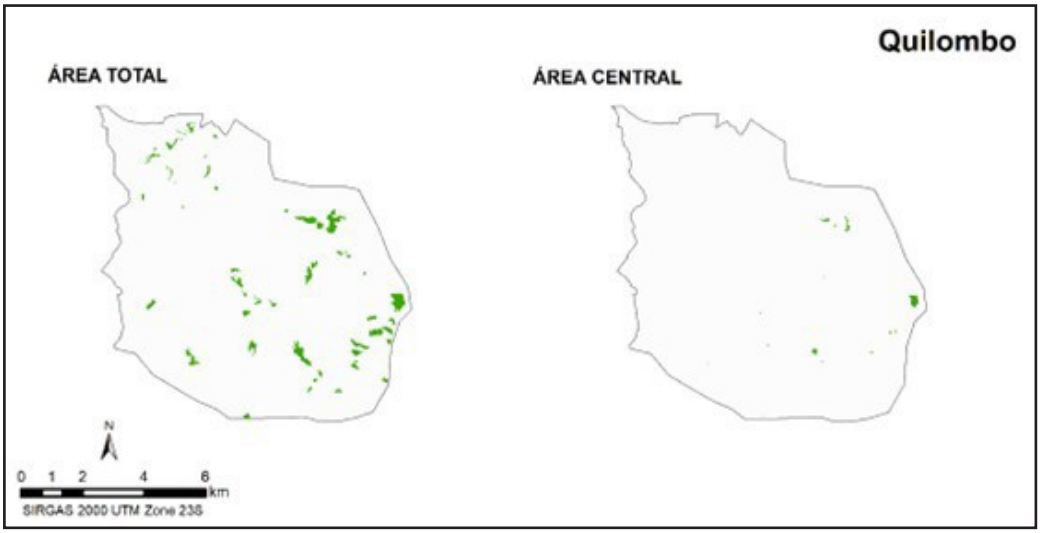
Fonte: Autores (2022)

A Figura 2 aponta a perda significativa de área florestal quando desconsideradas as áreas de borda dos remanescentes, inclusive perda total de alguns remanescentes, como já apresentado, sendo esse um indicador muito importante para análise da conservação e preservação das áreas verdes nessa bacia. Destaca-se que os principais problemas associados aos remanescentes florestais da bacia do Quilombo estão

relacionados às condições de uso e ocupação do solo, que afetam diretamente o tipo e a intensidade das pressões às quais estão sujeitos os remanescentes, além de incrementar problemas de enchentes, conforme apontado em Perez Filho, Mattos, Orsi, Vicente e Vicente (2006).

Um dos fatores determinantes da área nuclear é o tamanho total do fragmento relacionado ao efeito borda, geralmente pode-se inferir que fragmentos com uma área total maior também apresentarão uma área nuclear maior, indicando, portanto, que o interior do fragmento está mais bem preservado (Silva; Longo; Bressane; Carvalho, 2019). A Figura 2 aponta para uma grande vulnerabilidade dos fragmentos florestais existentes nesta bacia hidrográfica, uma vez que um fragmento pode até ter área suficiente para acomodar certas espécies, mas não pode sustentá-las devido à falta de área nuclear suficiente (Massoli; Statella; Santos, 2016).

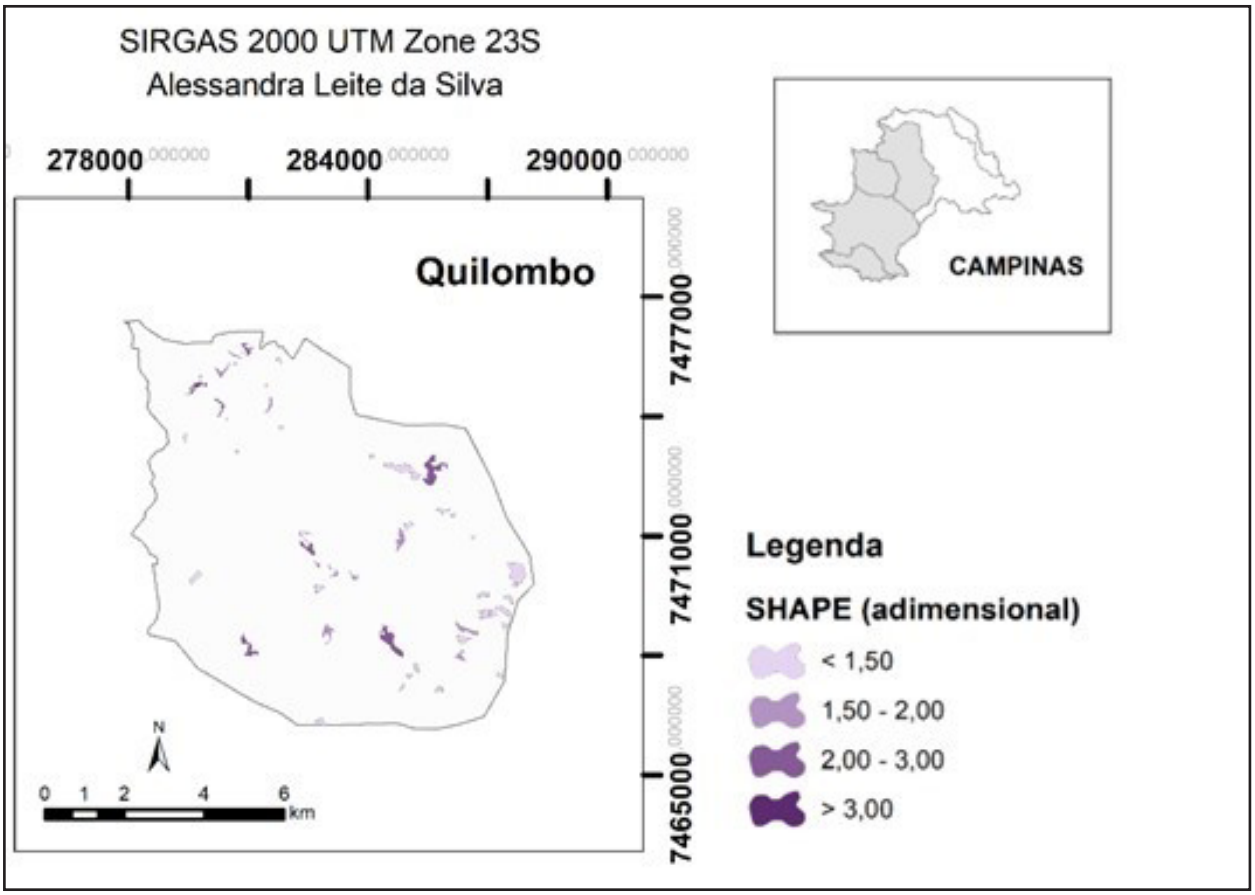
Figura 2 – Área total versus Área Central (AC) nos remanescentes florestais da bacia hidrográfica do Quilombo



Fonte: Autores (2022)

A Figura 3 apresenta o mapa dos remanescentes florestais e sua classificação de acordo com a métrica SHAPE.

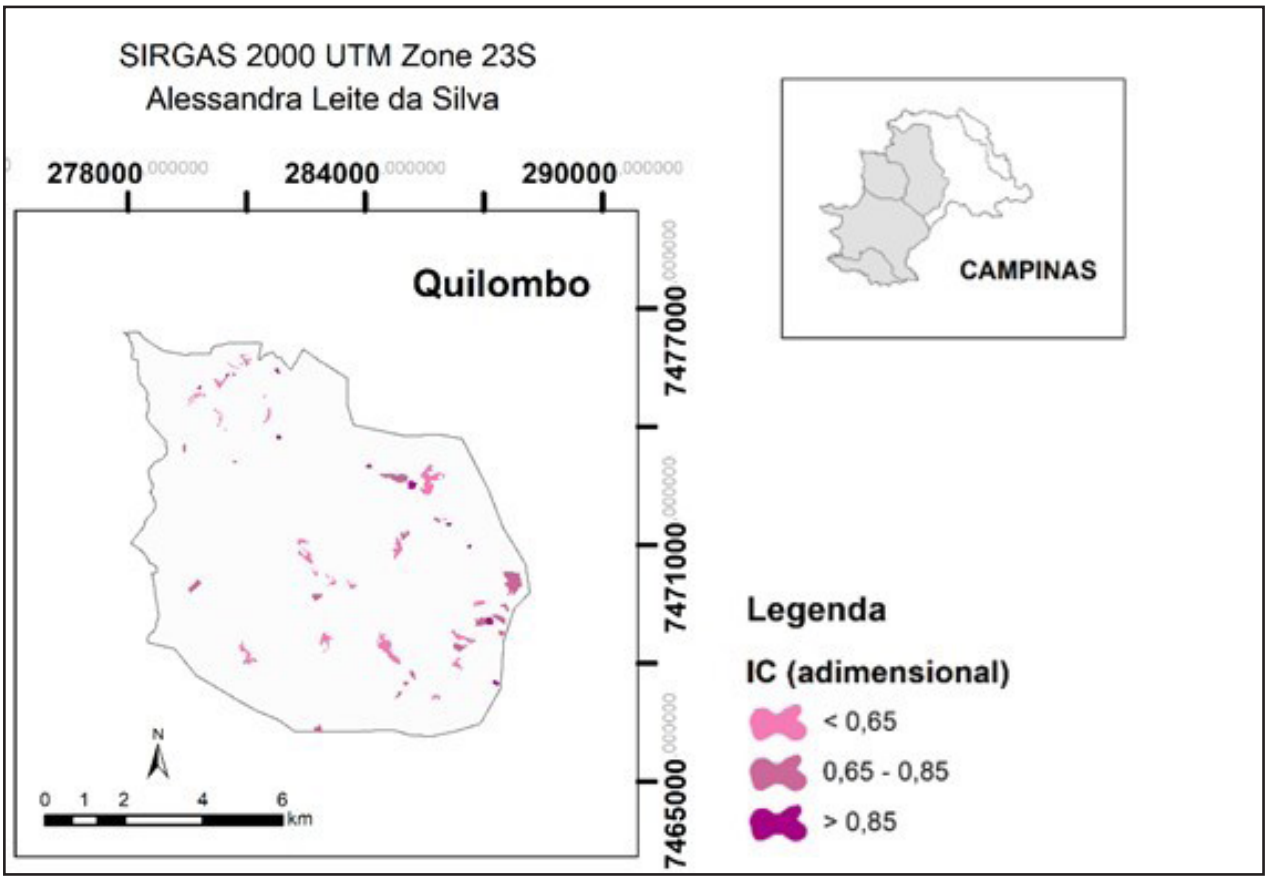
Figura 3 – Classificação dos remanescentes florestais de acordo com o Índice de Forma (métrica SHAPE) – Bacia hidrográfica do Ribeirão Quilombo



Fonte: Autores (2022)

A Figura 4 apresenta o mapa dos remanescentes florestais e sua classificação de acordo com a métrica IC. Esta foi a bacia que apresentou também melhores índices de forma, onde, pela métrica IC, 20,8% dos remanescentes foram classificados como arredondados, quando comparados a outras bacias hidrográficas do município de Campinas, conforme apontado em Silva, Longo, Bressane e Carvalho (2019), Silva e Longo (2020) e Silva, Ribeiro e Longo (2021). O índice de circularidade (IC) relaciona o perímetro do fragmento e a sua área total, sendo utilizado em estudos em remanescentes florestais urbanos (Fengler; Moraes; Ribeiro; Peche Filho; Storino; Medeiros, 2015; Etto; Longo; Arruda; Invenion, 2013). Este índice pode auxiliar na discussão sobre o nível de proteção no interior dos fragmentos perante o efeito de borda (Etto; Longo; Arruda; Invenion, 2013; Silva; Longo; Bressane; Carvalho, 2019).

Figura 4 – Classificação dos remanescentes florestais de acordo com o Índice de Circularidade (métrica IC) – Bacia hidrográfica do Ribeirão Quilombo



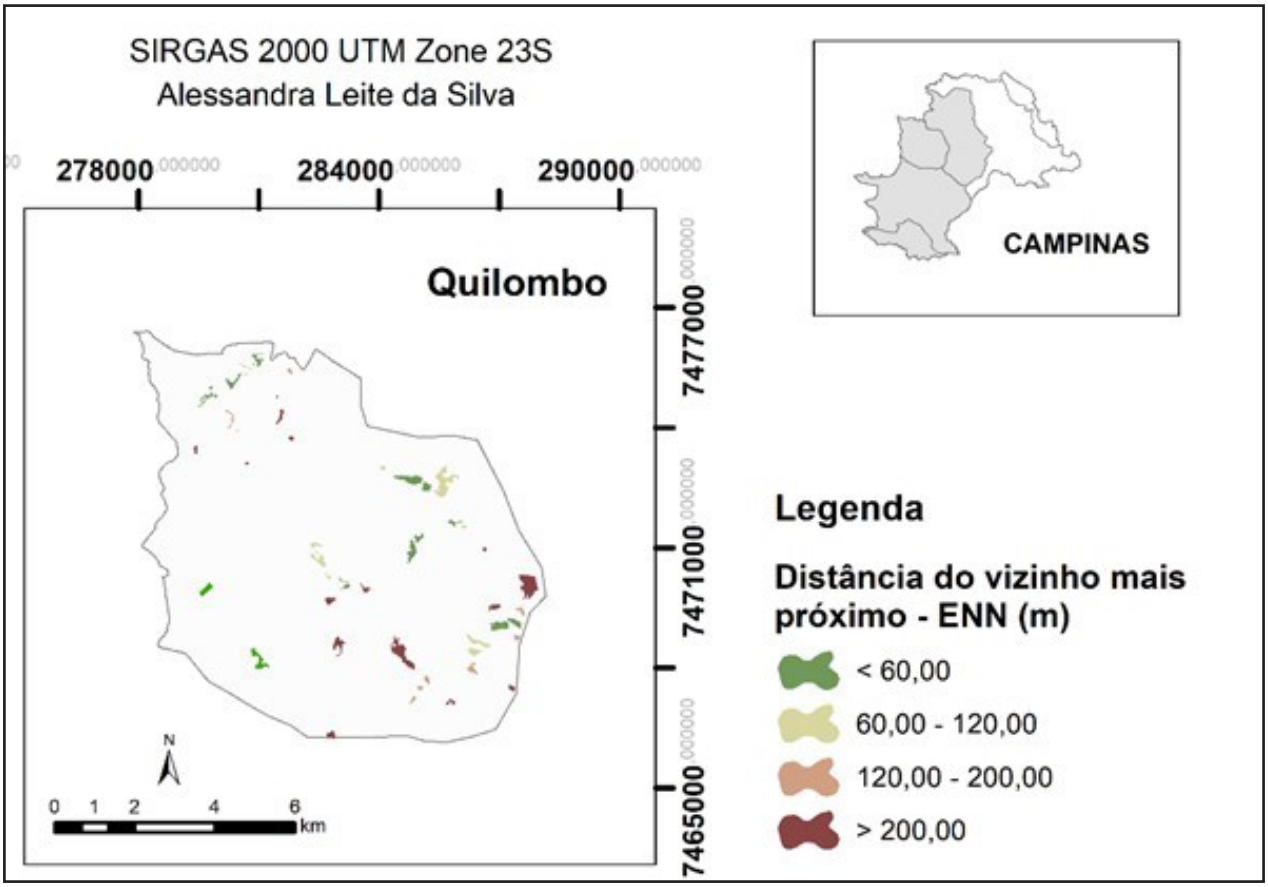
Fonte: Autores (2022)

Por sua vez, na Figura 5, é apresentado a distribuição espacial dos remanescentes florestais na bacia do ribeirão Quilombo e sua classificação quanto à distância do vizinho mais próximo, esta métrica se relaciona de forma direta com a conectividade entre os remanescentes (Figura 6).

No caso, a bacia do Quilombo apresenta o maior percentual de remanescentes separados de seu vizinho mais próximo em distâncias superiores a 200 m; e, apesar do percentual de remanescentes com conectividade em um raio de 350 m ser de 18,9%, a conectividade estrutural e funcional está bastante comprometida devido ao grau de consolidação de áreas edificadas e altamente antropizadas no entorno destes remanescentes.

A conectividade representa na paisagem o oposto da fragmentação, em linhas gerais, indica a magnitude da conexão entre os habitats e a respectiva capacidade de dispersão das espécies no espaço (Ribas; Gontijo; Moura, 2015), ou seja, uma região onde não há possibilidade de conectividade acarretará na diminuição de locomoção dos animais entre os fragmentos florestais e consequentemente a dispersão de sementes e de predadores também diminui.

Figura 5 – Classificação dos remanescentes florestais de acordo com a Distância do Vizinho mais próximo (métrica ENN) – Bacia hidrográfica do Ribeirão Quilombo

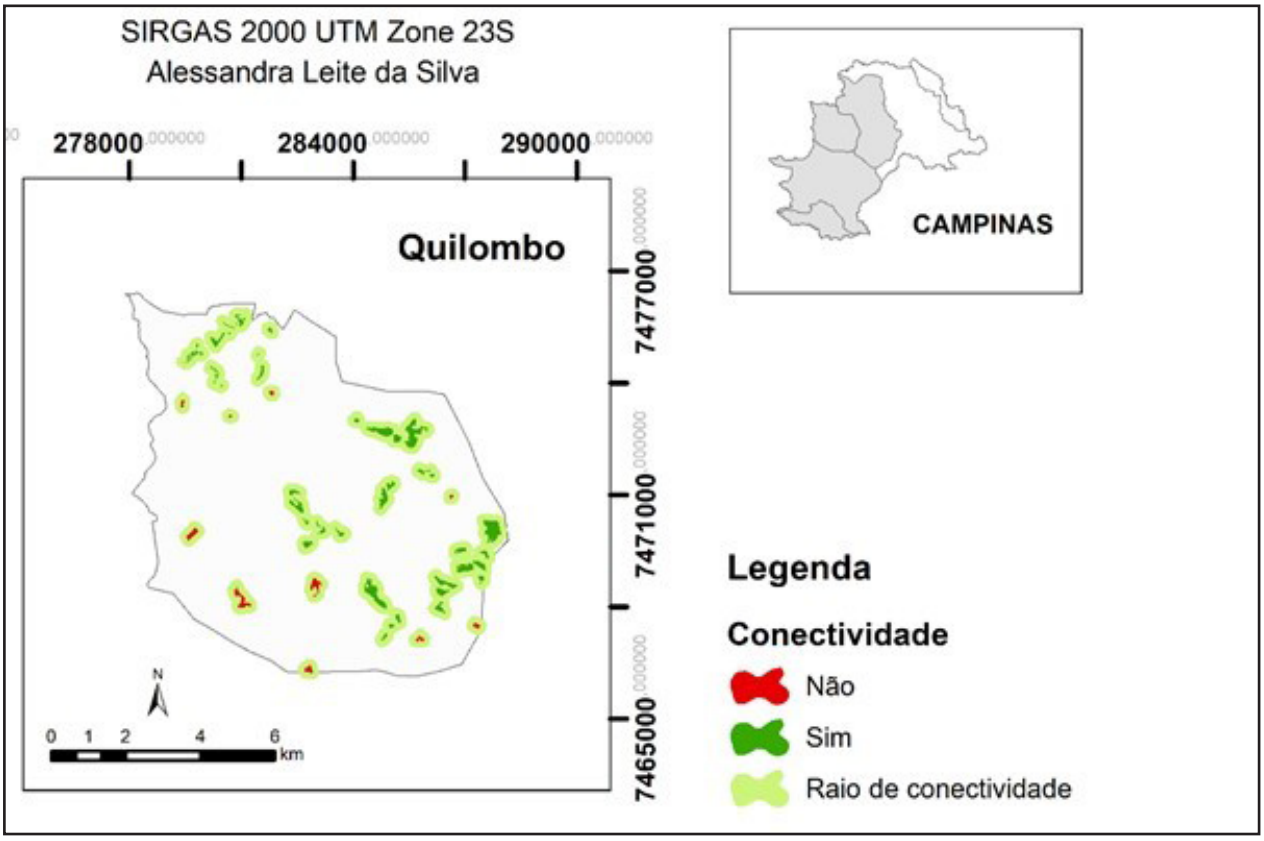


Fonte: Autores (2022)

A Figura 6 apresenta os fragmentos que possuem a possibilidade de conectividade, sendo visivelmente a maioria dos fragmentos, valores bem semelhantes foram encontrados no estudo de Silva, Longo, Bressane e Carvalho (2019), em estudo realizado na Bacia hidrográfica do Ribeirão Anhumas, apontando

que a prefeitura do município de Campinas deve se preocupar com o reflorestamento da região visando a conectividade entre os fragmentos florestais. As vias públicas também podem se apresentar com um fator de impedimento ao deslocamento da fauna, a Figura 7 apresenta a distribuição espacial dos logradouros considerados para esta análise nesta bacia.

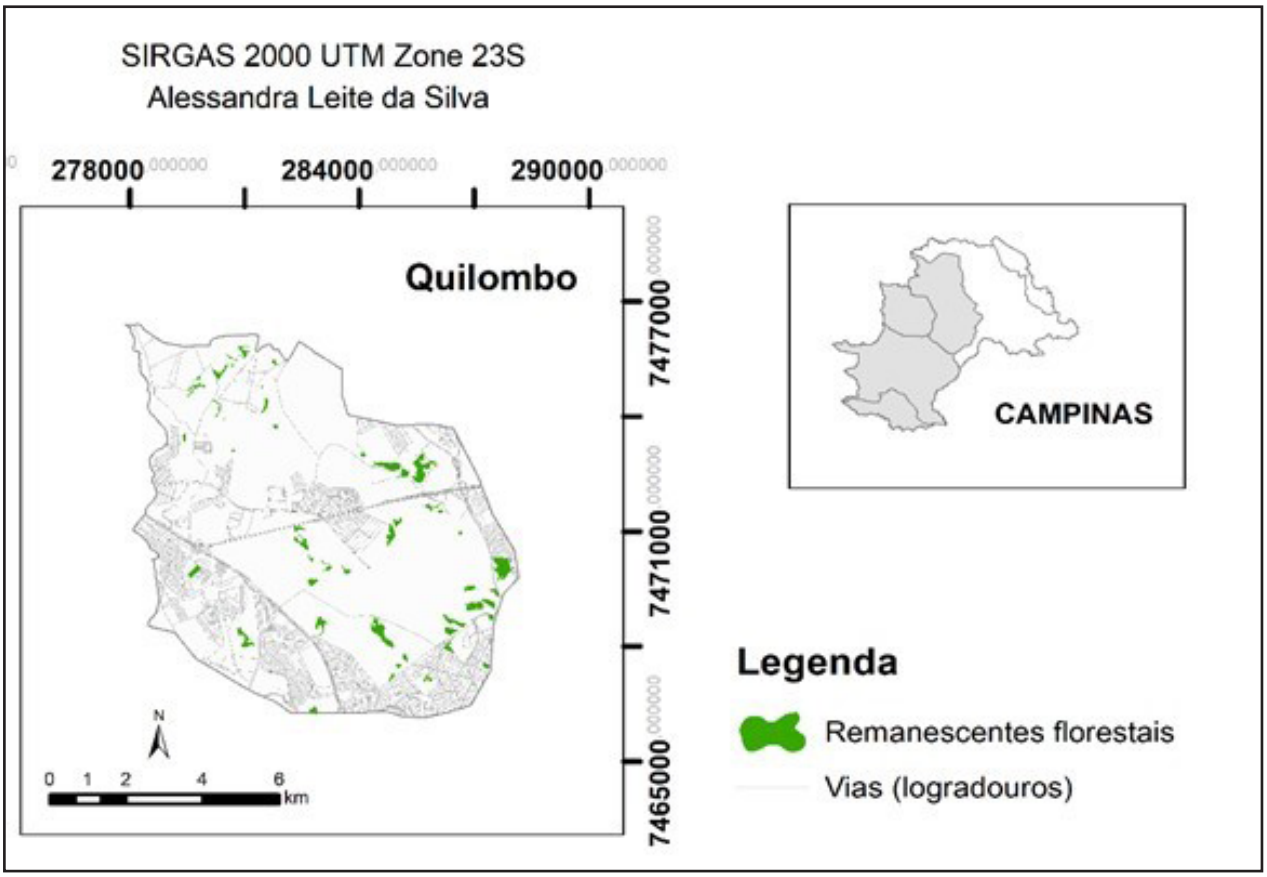
Figura 6 – Classificação dos remanescentes florestais de acordo com a Conectividade (métrica CONNECT) – Bacia hidrográfica do Ribeirão Quilombo



Fonte: Autores (2022)

Na bacia do Quilombo, foi identificado também o menor percentual de remanescentes com nascentes em seu interior em relação às demais bacias hidrográficas no município de Campinas, o valor foi de apenas 9,4%, conforme observado em Silva, Longo, Bressane e Carvalho (2019), Silva e Longo (2020) e Silva, Ribeiro e Longo (2021).

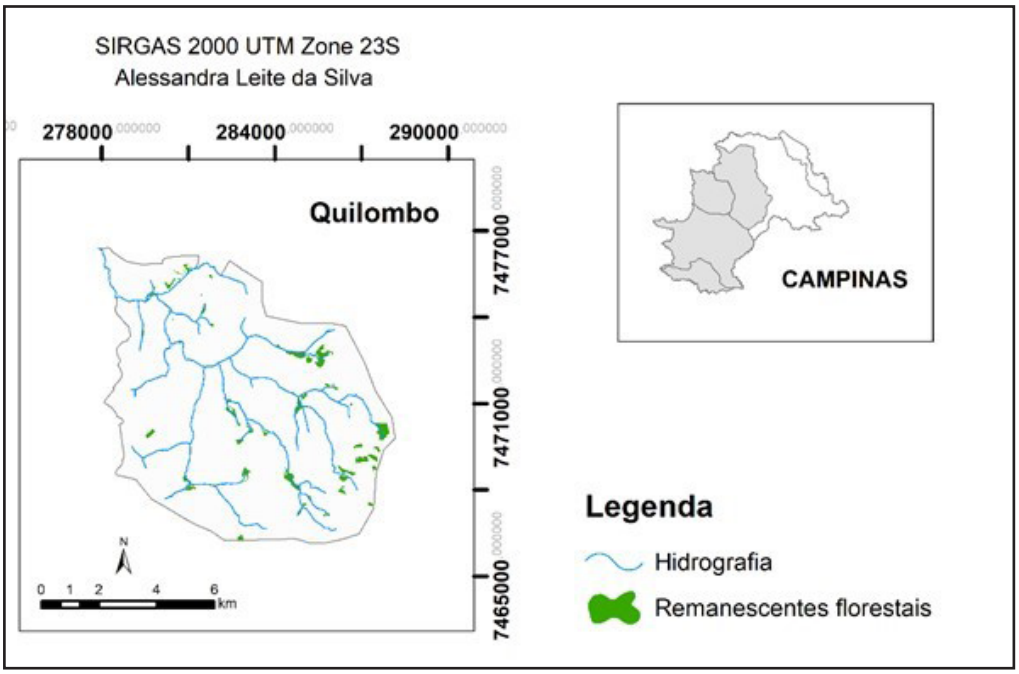
Figura 7 – Remanescentes florestais das bacias hidrográficas de Campinas/SP e logradouros (métrica PROXVIAS) – Bacia hidrográfica do Ribeirão Quilombo



Fonte: Autores (2022)

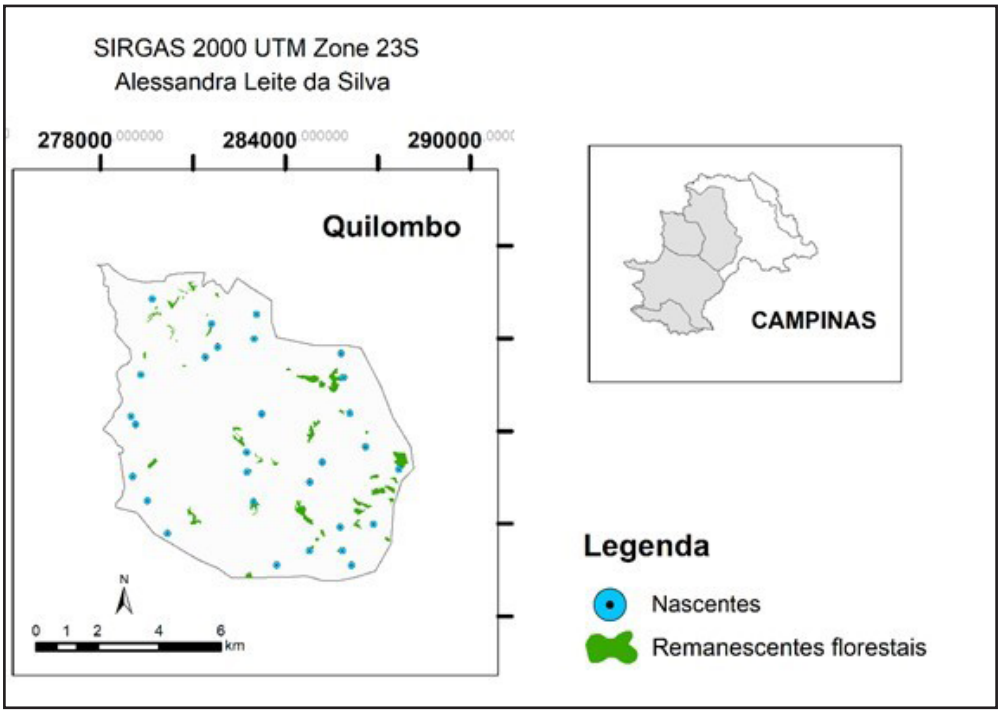
As Figuras 8 e 9 apresentam a destruição dos cursos d'água e nascentes na bacia hidrográfica em estudo. Além disso, é a bacia na qual os remanescentes estão mais distantes dos cursos d'água, onde 22,6% deles estão a mais de 200 m de distância do curso d'água mais próximo. Entretanto, com relação às condições naturais de declividade e grau de erodibilidade do solo, estas se mostram favoráveis; são 50,9% dos remanescentes em área com relevo suave ondulado (declividade entre 3 e 8%) e 86,8% em áreas cujo solo foi classificado com grau de erodibilidade fraco/ muito fraco, conforme apresentado na Figura 10.

Figura 8 – Remanescentes florestais e cursos d'água das bacias hidrográficas de Campinas/SP (métrica PROXRIOS) – Bacia hidrográfica do Ribeirão Quilombo



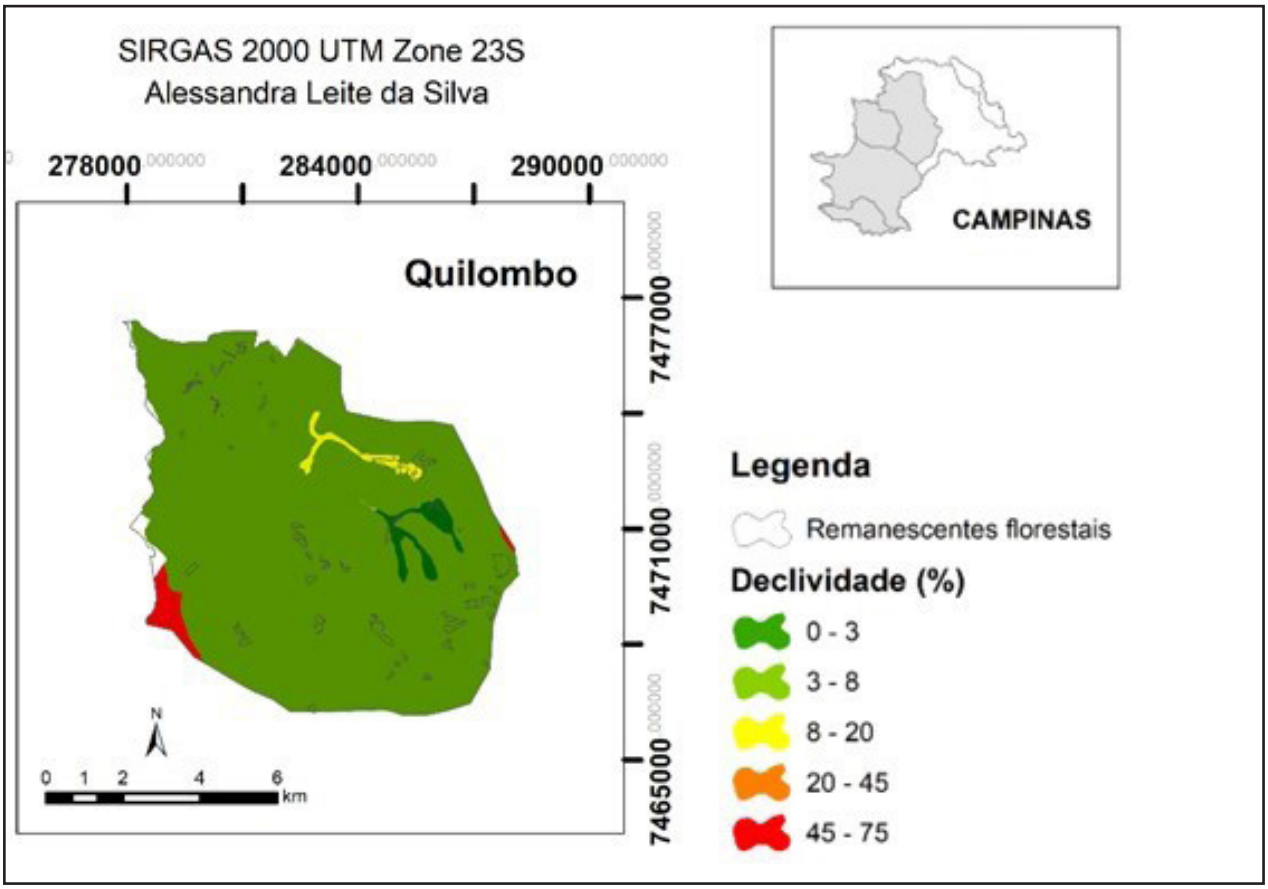
Fonte: Autores (2022)

Figura 9 – Remanescentes florestais e nascentes nas bacias hidrográficas de Campinas/SP (métrica AGUA) – Bacia hidrográfica do Ribeirão Quilombo



Fonte: Autores (2022)

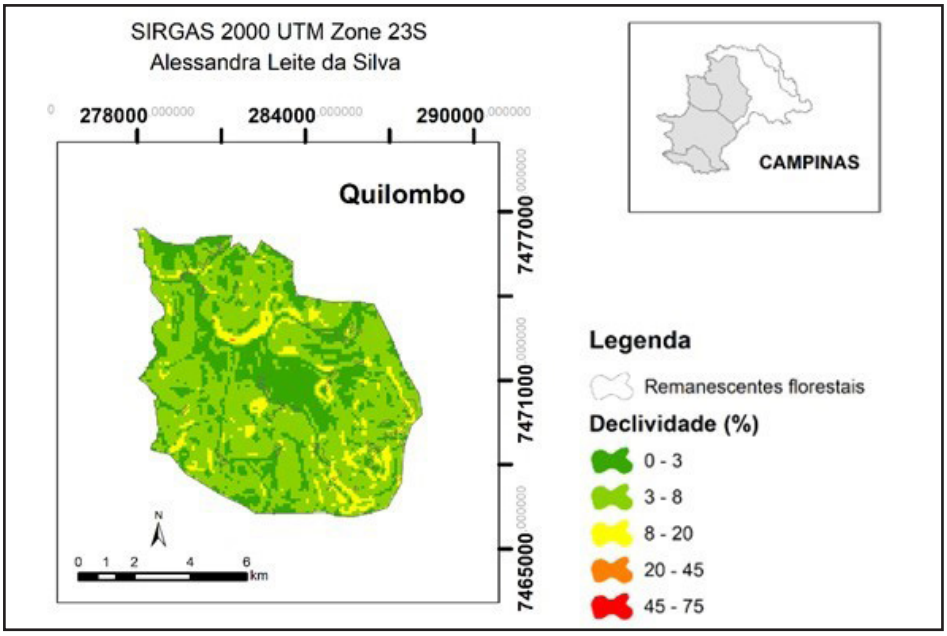
Figura 10 – Remanescentes florestais e grau de erodibilidade do solo (métrica EROD) – Bacia hidrográfica do Ribeirão Quilombo



Fonte: Autores (2022)

Na Figura 11, é apresentado o grau de declividade das bacias hidrográficas e a distribuição espacial dos remanescentes florestais. Em termos de uso e ocupação do solo, a bacia hidrográfica do Quilombo apresenta características bem semelhantes às bacias do Anhumas e Capivari, conforme observado em Silva, Longo, Bressane e Carvalho (2019), Silva e Longo (2020) e Silva, Ribeiro e Longo (2021), com a predominância de áreas de altíssimo grau de uso e ocupação, como edificações, ruas pavimentadas, áreas degradadas etc. Dos 7.325,28 ha de área total, apenas 179,60 ha consistem em área florestal remanescente, ou seja, apenas 2,45% da bacia; este é o menor índice de todas as bacias dentro do município de Campinas.

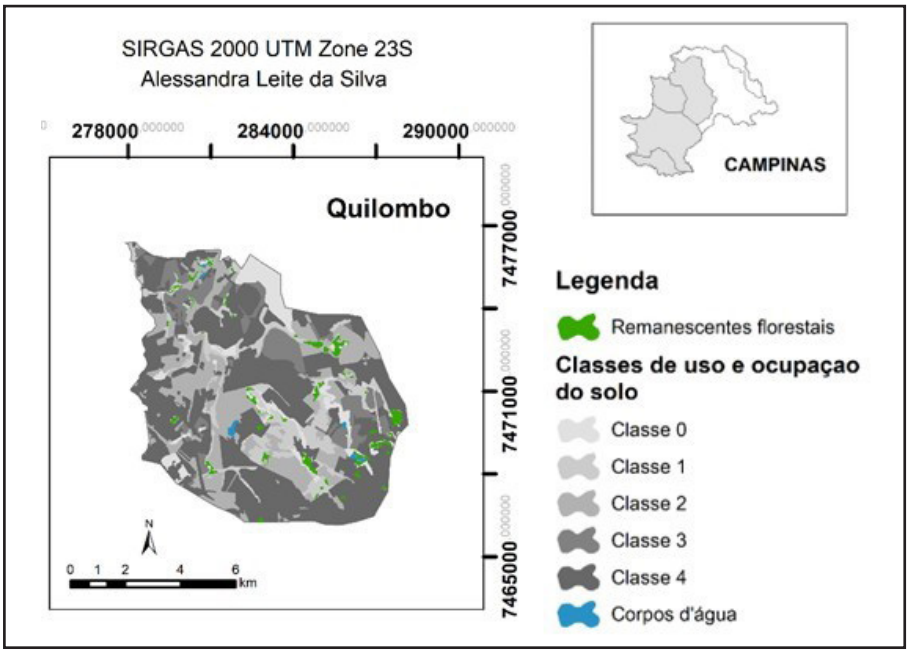
Figura 11 – Remanescentes florestais e grau de declividade do solo (métrica DECLIV) – Bacia hidrográfica do Ribeirão Quilombo



Fonte: Autores (2022)

Na bacia do Quilombo, esta vegetação florestal está distribuída em 53 remanescentes, dos quais 60,38% apresentam área entre 1,00 e 5,00 ha (Figura 12).

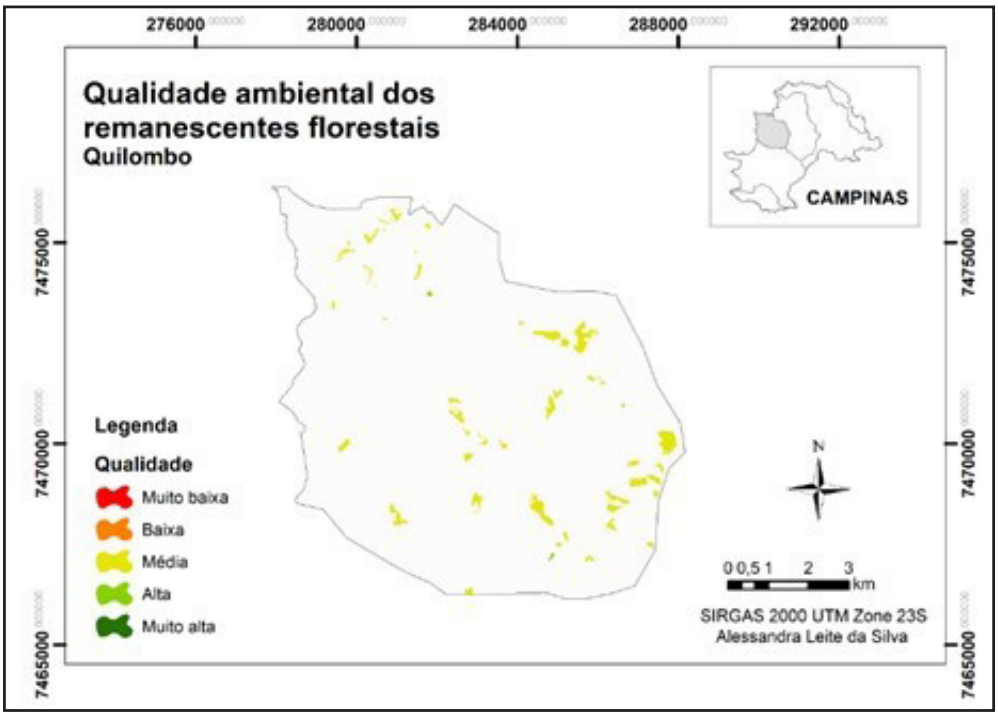
Figura 12 – Remanescentes florestais e uso e ocupação do solo no entorno (métrica BORDA) – Bacia hidrográfica do Ribeirão Quilombo



Fonte: Autores (2022)

Com relação ao Índice de qualidade ambiental calculado (IQ_{rem}), constatou-se que 51 dos 52 remanescentes foram classificados com qualidade ambiental média, enquanto apenas 2 deles com qualidade alta (Figura 13). A predominância de remanescentes com qualidade ambiental média foi verificada em todas as bacias hidrográficas de Campinas. Portanto, de forma geral, não há grandes diferenças entre os remanescentes em termos de grau de qualidade ambiental. O que muda são as características destes remanescentes, em cada bacia, que condicionam tal qualidade.

Figura 13 - Qualidade ambiental dos remanescentes da bacia do Quilombo



Fonte: Autores (2022)

Diante dessas condições, as ações de manejo e conservação de vegetação natural na bacia do Quilombo dificilmente poderão estar pautadas na conectividade dos remanescentes. Indica-se que sejam propostas ações especialmente voltadas em amenizar os efeitos de borda que têm atuados sobre estes remanescentes e garantir a efetividade e qualidade dos processos ecológicos envolvidos.

4 CONCLUSÕES

De um modo geral pode-se concluir que: a) a bacia do Ribeirão Quilombo é caracterizada pelo alto grau de uso e ocupação do solo e predomínio de áreas urbanizadas, com condições de solo e declividade não críticas; b) os remanescentes florestais são de tamanho predominantemente médio e apresentam condições semelhantes de distância de vizinho mais próximo (ENN), onde aproximadamente 50% deles encontram-se a menos de 60 m de distância do seu vizinho mais próximo.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela Bolsa de Mestrado concedida ao primeiro autor (Processo nº 2017/26603-4) e pelo financiamento com projeto regular de pesquisa (Processo nº 2018/17250-3), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à PUC-Campinas.

REFERÊNCIAS

BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. Áreas Verdes Urbanas: Um Estudo De Revisão e Proposta Conceitual. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 6, n. 3, p. 172–188, 2011.

BARÓ, F.; CHAPARRO, L.; GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; LANGEMEYER, J.; NOWAK, D. J.; TERRADAS, J. Contribution of Ecosystem Services to Air Quality and Climate Change Mitigation Policies: The Case of Urban Forests in Barcelona, Spain. **AMBIO**, v. 43, p. 466-479, 2014.

CAMARGO, M.; SOARES, I. N.; HOFFMANN, C. A.; CAMARGO, M. A. S.; MASUTTI, G. C.; FRIEDRICH, L. F.; ULIANA, R. S. A sustentabilidade urbana analisada através do estudo de implantação de corredores verdes em dois logradouros da cidade de Cruz Alta/RS. **Revista Gedecon**, Cruz Alta, v. 1, n. 1, p. 127–135, 2013.

CHAVES, H. M. L.; SANTOS, L.B. Ocupação do solo, fragmentação da paisagem e qualidade da água em uma pequena bacia hidrográfica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, p. 922-930, dez. 2009.

ETTO, T. L.; LONGO, R. M.; ARRUDA, D. da R.; INVENION, R. Ecologia da paisagem de remanescentes florestais na bacia hidrográfica do Ribeirão das Pedras - Campinas -SP. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1063-1071, dez. 2013.

FENGLER, F. H.; MORAES, J. F. L. de; RIBEIRO, A. I.; PECHE FILHO, A.; STORINO, M.; MEDEIROS, G. A. de. Environmental quality of forest fragments in Jundiaí-Mirim river basin between 1972 and 2013. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 4, p. 402-408, abr. 2015.

FRANCO, G. A. D. C.; SOUZA, F.M.; IVANAUSKAS, N.M.; MATTOS, I.F.A.; BAITELLO, J.B.; AGUIAR, O.T.; CATARUCII, A.F. M.; POLISEL, R.T. Importância dos remanescentes florestais de Embu (SP, Brasil) para a conservação da flora regional. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 7, n. 3, p. 145-161, 2007.

FREITAS, E. P. **Análise integrada do mapa de uso e ocupação das terras da microbacia do Rio Jundiaí-Mirim para fins de gestão ambiental.** 2012. 132 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical), Instituto Agronômico de Campinas, Campinas - SP, 2012.

LEAL, L.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C. Influência das florestas urbanas na variação termo-higrometrica da área intraurbana de Curitiba-PR. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 4, p. 807-820, out./dez. 2014.

LIBONI, A. P.; VIDAL, C. Y.; ROTHER, D. C.; FARAH, F. T.; RODRIGUES, R. R. **Manejo de fragmentos florestais degradados**. Diagnóstico de fragmentos florestais degradados como subsídio para o manejo adaptativo: proposta de avaliação ecológica rápida para a floresta Estacional Semidecidual. 2019. Disponível em: https://www.tnc.org.br/content/dam/tnc/nature/en/documents/brasil/manejodefragmentosflorestaisdegradados.pdf. Acesso em: 18 de mar. 2020.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C.; SILVA FILHO, D. F. da. Análise microclimática das diferentes tipologias da floresta urbana de Curitiba. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 47, n. 2, p. 137-144, abr./jun. 2017.

MASSOLI, J. V.; STATELLA, T.; SANTOS, V. S. Estimativa da fragmentação florestal na microbacia Sepotubinha, Nova Marilândia - MT, entre os anos de 1990 a 2014. **Caminhos de Geografia**, v. 17, n. 60, p. 48–60, 2016.

MENEZES, J. P. C.; BITTENCOURT, R. P.; FARIAS, M. de S.; BELLO, I. P.; FIA, R.; OLIVEIRA, L. F. C. de. Relação entre padrões e uso e ocupação do solo e qualidade da água em uma bacia hidrográfica urbana. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio Claro, v. 21, n. 3, p. 519-534, jul./set. 2016.

PARDINI, R.; SOUZA, S. M. de; BRAGA-NETO, R.; METZGER, J. P. The role of forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammal abundance and diversity in an Atlantic forest landscape. **Biological Conservation**, n. 124, v. 2, p. 253-266, 2005.

PEREZ FILHO. A.; MATTOS, S.H.V.L.; ORSI, L.; VICENTE, A. K.; VICENTE, L. E. Monitoramento e gerenciamento de bacias urbanas associados a inundação: diagnose da bacia do Ribeirão Quilombo na região metropolitana de Campinas utilizando geotecnologias. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 19, p. 44-54. 2006.

PIPPI, L. G. A.; TRINDADA, L. C. O Papel da Vegetação Arbórea e das Florestas nas Áreas Urbanas. **Paisagem e Ambiente: Ensaios**, São Paulo, n. 31, p. 81-96, 2013.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A. G.; ARONSON, J.; BARRETO, T. E.; VIDAL, C. Y.; BRANCALION, P. H. S. Large-scale ecological restoration of high-diversity tropical forests in SE Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 10, p. 1605-1613, 2011.

ROTHER, D. C.; VIDAL, C. Y.; FAGUNDES, I. C.; SILVA, M. M. da; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G.; VIANI, R. A. G.; BRANCALION, P. H. S. How legal-oriented restoration programs enhance landscape connectivity? Insights from the Brazilian Atlantic Forest. **Tropical Conservation Science**, v. 11, p. 1-9, 2018.

SILVA, A.L.; LONGO, R.M; BRESSANE, A; CARVALHO, M.F.H. classificação de fragmentos florestais urbanos com base em métricas da paisagem **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 1254-1269, jul./set. 2019.

SILVA, A.L.; LONGO, R.M. Ecologia da paisagem e qualidade ambiental de remanescentes florestais na sub-bacia hidrográfica do Rio Atibaia dentro do município de Campinas-SP. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 30, n. 4, p. 1176-1191, out./dez. 2020.

SILVA, A.L.; RIBEIRO, A.I.; LONGO, R.M. Qualidade ambiental de remanescentes florestais na Sub-Bacia Do Rio Capivari (Campinas/SP). **Revista Sociedade e Natureza**, Uberlândia, MG, v. 33, p. e59129, 2021. ISSN 1982-4513.

TAMBOSI, L. R.; MARTENSEN, A. C.; RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P. A framework to optimize biodiversity restoration efforts based on habitat amount and landscape connectivity. **Restoration Ecology**, n. 22, n. 2 p. 169-177, 2014.

TOLEDO, F. S; SANTOS, D. G. Espaços Livres de Construção. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, SP, v. 3, n. 1, p. 73-91, mar. 2008.

TURNER, I.; CORLETT, T. R. The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rain forest. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 11, n. 8, p. 330-333, 1996.

Contribuição de Autoria

1 Regina Márcia Longo

Professora, Pesquisadora

https://orcid.org/0000-0002-2374-4649 • rmlongo@uol.com.br

Contribuição: Design da apresentação de dados; Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Metodologia; Supervisão; Redação do manuscrito original; Desenvolvimento, implementação e teste de software

2 Alessandra Leite da Silva

Técnica em Agropecuária
https://orcid.org/0000-0002-4401-5795 • alessandra.leite@unesp.br
Contribuição: Análise de dados; Pesquisa; Metodologia; Desenvolvimento, implementação e teste de software; Escrita – revisão e edição

3 Marcela Merides Carvalho

Graduação em Ciências Biológicas, Doutorado em Ciências Ambientais, Pós-doutoranda em Sustentabilidade Ambiental
https://orcid.org/0000-0002-1541-4308 • marcela.merides@hotmail.com
Contribuição: Pesquisa; Metodologia; Administração do projeto; Disponibilização de ferramentas; Escrita – revisão e edição

4 Admilson Írio Ribeiro

Bacharel em Engenharia Agrícola, Doutor Engenharia Agrícola, Pós-Doutor em Environmental Science, Professor
https://orcid.org/0000-0003-0655-6838 • admilson.irio@unesp.br
Contribuição: Design da apresentação de dados; Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Metodologia; Supervisão; Redação do manuscrito original; Desenvolvimento, implementação e teste de software

Como citar este artigo

LONGO, R. M.; SILVA, A. L.; CARVALHO, M. M.; RIBEIRO, A. Í. Métricas da paisagem e qualidade ambiental nos remanescentes florestais do Ribeirão Quilombo em Campinas/SP. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 34, n. 1, e71899, p. 1-22, 2024. DOI 10.5902/1980509871899. Disponível em: https://doi.org/10.5902/1980509871899. Acesso em: dia mês abreviado. ano.