



Geografia e segurança hídrica: estudo do avanço de ocupação irregular em área de bacia hidrográfica de captação no município de Caxias do Sul, RS

Geography and water security: study of the irregular occupation growth in a water catchment in Caxias do Sul, southern Brazil

Anderson Machado^{1*}  , Bruna de Araujo²  , Rossano Belladonna²  , Tiago De Vargas²  ,
Ivanira Falcade¹  

¹Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil

²Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto de Caxias do Sul - SAMAE, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: baraujo@samaecaxias.com.br (BA); rbelladonna101@gmail.com (RB);

tvargas@samaecaxias.com.br (TV); ifalcade@ucs.br (IF)

*E-mail para correspondência: andersonmachado.geo@gmail.com

Recebido (Received): 05/07/2021

Aceito (Accepted): 07/04/2022

Resumo: As ocupações irregulares são um problema urbano que afetam a ordem socioambiental de cidades ao redor do mundo. Essa questão é ainda pior quando ocorre em áreas ambientalmente vulneráveis que devem ser protegidas, como as bacias hidrográficas destinadas à captação de água para consumo. Para que se possa intervir nesse problema é preciso conhecer a dinâmica da ocupação do espaço a ser preservado. Assim, o objetivo deste trabalho foi identificar os principais pontos de expansão da urbanização na bacia de captação do Arroio Faxinal, no município de Caxias do Sul, bem como caracterizar a ocupação irregular no seu interior. Nas áreas dos loteamentos irregulares, realizou-se o levantamento de informações de uma amostra da população, por meio de entrevista semiestruturada; bem como o mapeamento da ocupação por meio da evolução do uso e cobertura do solo usando imagens de satélite. As informações obtidas no levantamento formaram um banco de dados, cujas respostas foram analisadas estatisticamente. Entre os resultados, ficou evidenciado que há loteamentos de segunda residência, cujos moradores escolheram para lazer, mas a maioria da população é de baixa renda e vive no local por falta de opção. Ainda, grande parte das ocupações irregulares cresceu sobre Áreas de Preservação Permanente, o que colabora para a degradação dos recursos hídricos superficiais da bacia e reduz a segurança hídrica no abastecimento público. Os resultados indicam a necessidade de implementação de políticas públicas para minimizar os impactos e manter a sustentabilidade ambiental da região.

Palavras-chave: Expansão urbana; Áreas irregulares; Recursos hídricos.

Abstract: *Irregular occupations are a contemporary urban problem that affect the social and environmental order of cities around the world. This issue is even worse when it occurs in environmentally vulnerable areas that need to be protected, such as catchments for public supply. In order to intervene in this problem, it is necessary to know the dynamics of the occupation in such catchments. Thus, the objective of this work was to identify the main urbanization expansion frontlines in the Faxinal catchment, in the municipality of Caxias do Sul, southern Brazil, as well as to characterize the irregular occupation in its interior. In the areas of irregular residential development, information was collected from a sample of the population, through a semi-structured interview; as well as the mapping of the occupation through the evolution of land use and coverage using satellite images. The information obtained in the survey formed a database, whose answers were analyzed statistically. Among the results, it was evidenced that some people chose that area as a second home, for leisure, but the majority of the dwellers has low income and lives in the irregular areas due to a lack of opportunity. Still, a large part of the irregular residential development has grown over preservation areas, contributing to the degradation of the surface water and being a menace to public water security. The results indicate the need to implement public policies to minimize impacts and maintain the environmental sustainability of the region.*

Keywords: *Urban expansion; Irregular areas; Water resources.*

1. Introdução

Ocupar um lugar no espaço é intrínseco ao ser humano, mas esse ato não supre as demandas humanas e, para tal, o homem tem a necessidade de construir um lugar para si. A urbanização do espaço corresponde ao processo de ocupação e modificação do ambiente natural e representa a modernização da sociedade, pois proporciona o avanço social, científico e tecnológico observado na transição do setor primário para a indústria, comércio e serviço (PENA, 2017). Esse fenômeno traz diversos benefícios à sociedade, pois, é na cidade que se encontra a maioria dos recursos sociais que melhoram a qualidade de vida do homem, como escolas, hospitais e uma grande diversidade de serviços. Porém, quando feita de forma desordenada e sem planejamento, a urbanização provoca diversas consequências negativas como, por exemplo, a impermeabilização descontrolada do solo e a contaminação das águas pelo lançamento inadequado de efluentes.

A aglomeração de pessoas nas cidades, quando estas não possuem infraestrutura suficiente para suprir as necessidades de uma parte da população, gera uma série de dificuldades de ordem ambiental e social. No Brasil, é comum o surgimento de moradias irregulares em áreas periféricas sem infraestrutura de serviços, normalmente construídas em áreas proibidas (BONDUKI, 1998) ou em áreas de preservação permanente (APPs), onde o valor imobiliário da terra é muito inferior àquele praticado pelo mercado em locais regulares. As APPs são espaços territoriais legalmente protegidos por se tratarem de áreas ambientalmente vulneráveis como, por exemplo, os córregos e suas nascentes, os banhados, os açudes, as matas ciliares, as encostas de montanhas e os topos de morros (CAXIAS DO SUL, 2005; BRASIL, 2012).

Para controlar o processo de urbanização irregular, cabe às instâncias públicas e civis a responsabilidade pela aplicação de uma política de controle e fiscalização, a fim de evitar o crescimento desordenado e irregular do espaço urbano (ELMIRO *et al.*, 2005). Uma das práticas mais comuns para promover o crescimento ordenado do espaço urbano é o parcelamento do solo em forma de loteamentos, regrados nos Planos Diretores dos municípios. O loteamento é a subdivisão de uma gleba em lotes, com abertura de vias públicas de circulação (BRASIL, 1979). O loteamento é considerado irregular quando não obedece ao que prevê a legislação, prática comum especialmente nas médias e grandes cidades. Esse tipo de ocupação irregular em bacias hidrográficas destinadas à captação para o abastecimento público é ainda mais preocupante aos tomadores de decisão devido ao impacto que pode causar à disponibilidade hídrica.

A bacia hidrográfica é uma área delimitada pelo relevo, que atua como coletora natural das águas pluviais que as drena para um rio principal, com um único ponto de saída (BARRELLA *et al.*, 2000) e pode ser compreendida como uma unidade de gestão. A água superficial de uma bacia hidrográfica pode servir para o abastecimento público, sendo denominada bacia de captação. A urbanização irregular nessas áreas, por não garantir a existência da infraestrutura urbanística e sanitária mínima, pode comprometer a segurança hídrica no abastecimento. A segurança hídrica existe quando há disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficientes para o atendimento às necessidades humanas, às atividades econômicas e à conservação dos ecossistemas (ANA, 2019). O crescimento populacional é um dos principais geradores de impacto que podem interferir na segurança hídrica no abastecimento público (POZZEBON *et al.*, 2022) de uma ou várias cidades.

No caso de Caxias do Sul, município situado na encosta nordeste do Estado do Rio Grande do Sul e que possui um território de 1.652,37km² (IBGE, 2020), são nove as bacias de captação destinadas ao abastecimento público, sendo elas: Dal Bó, Maestra, Samuara, Galópolis, Faxinal, Marrecas, Sepultura, Piaí e Mulada. A totalidade destas áreas de bacia representa 22,06% do território municipal (SAMAE, 2020). O uso e a ocupação do solo nessas áreas são regrados por Lei municipal (CAXIAS DO SUL, 2005) que estabelece um lote mínimo de 2 hectares e testada mínima de 50 metros para lotes rurais. Entretanto, em que pese a existência dessa legislação, é de conhecimento do poder público a ocorrência de diversos loteamentos irregulares no espaço delimitado por essas bacias.

As unidades de parcelamento irregular nas bacias de captação podem ser observadas no mapa digital GeoCaxias (CAXIAS DO SUL, 2020) na aba “Base Cartográfica Municipal”. Esses locais são compostos muitas vezes por famílias de baixa renda, que buscam terrenos de baixo valor comercial e de pouca relevância ao mercado imobiliário ou que não são aptos à ocupação, como é o caso das APPs. Entretanto, não são raras as áreas de ocupação irregular formadas por grupos familiares de médio a alto poder aquisitivo que procuram áreas rurais destinadas ao lazer e contato com a natureza.

A ausência de um levantamento detalhado da situação socioeconômica da população residente em ocupações irregulares e do avanço físico dessas áreas sobre bacias de captação foi identificada como uma lacuna do conhecimento, especialmente por estar relacionada com a garantia do abastecimento público das cidades no médio e longo prazo. Diante dessa lacuna e considerando o dilema ambiental e social envolvido

no uso e ocupação do solo em áreas protegidas, esse trabalho propõe utilizar ferramentas da geografia para identificar o perfil socioeconômico da população residente em loteamentos irregulares, bem como avaliar o avanço desses locais sobre a bacia de captação do Arroio Faxinal, em Caxias do Sul-RS. Esta bacia possui parte do seu divisor de águas localizado no perímetro urbano da cidade e das sedes dos distritos de Fazenda Souza e de Vila Seca, o que tem provocado uma grande pressão de urbanização nos últimos anos. A identificação do vetor de crescimento desses locais e do perfil socioeconômico de seus moradores pode se tornar um instrumento fundamental na tomada de decisão para reduzir o risco à segurança hídrica do abastecimento público, essencial para a gestão pública.

2. Material e métodos

Para atingir os objetivos desse trabalho foram realizados alguns procedimentos utilizando técnicas conhecidas no âmbito da geografia, como ferramentas de geoprocessamento e técnicas de sensoriamento remoto, bem como entrevistas com moradores das áreas de ocupação irregular.

2.1 Aspectos físicos da bacia de captação do Arroio Faxinal

A bacia de captação do Arroio Faxinal possui uma área de 6.677 hectares e está localizada ao leste da cidade de Caxias do Sul e a oeste dos distritos de Fazenda Souza e Vila Seca (**Figura 1**). A principal via de acesso é a rodovia RSC-453, popularmente conhecida como “Rota do Sol”, liga a Serra Gaúcha ao litoral do Estado.

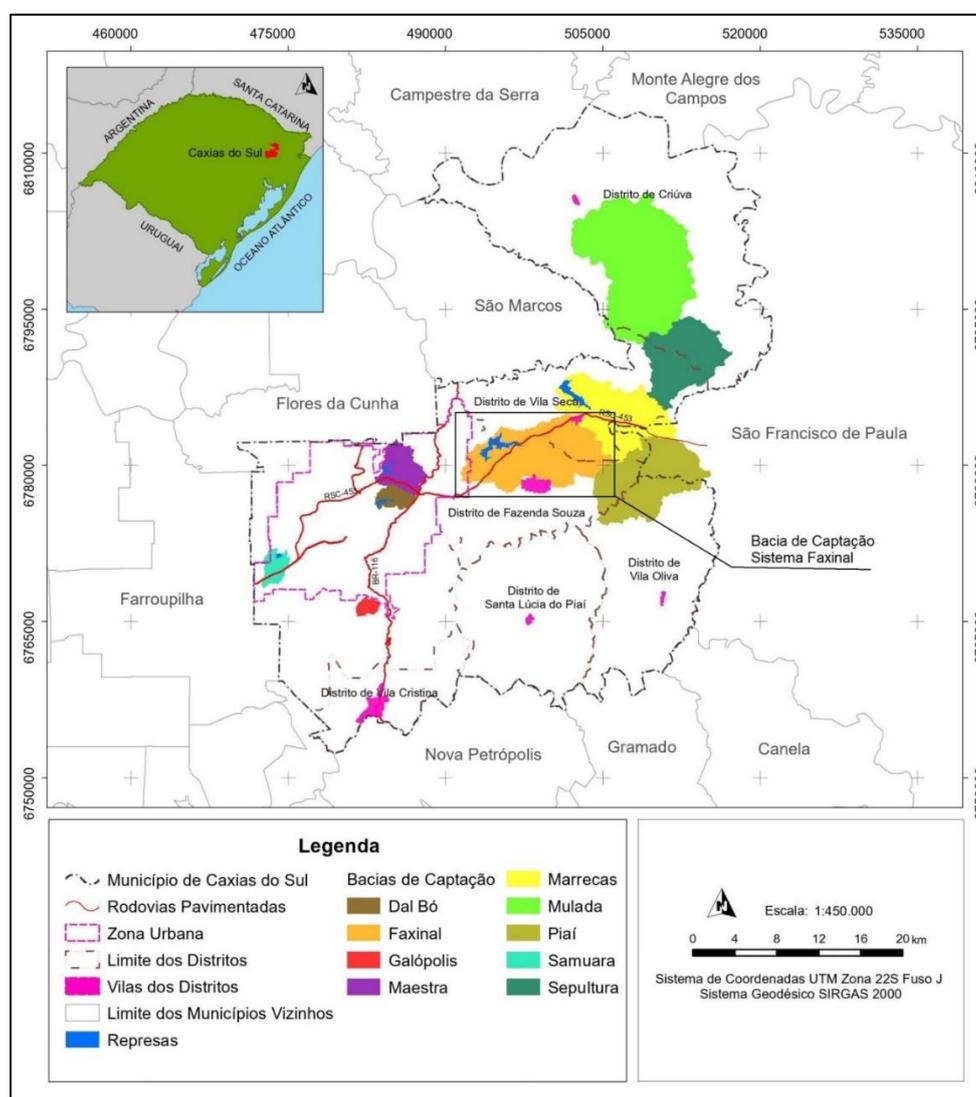


Figura 1: Localização da bacia de captação do Faxinal - Caxias do Sul, RS. Fonte: Elaborado pelos autores.

O município de Caxias do Sul localiza-se no bioma da Mata Atlântica, com vegetação predominante de floresta ombrófila mista, mas também inserido nos Campos de Cima da Serra, onde ocorre a vegetação rasteira (CAXIAS DO SUL, 2012; RIO GRANDE DO SUL, 2021). A bacia do Arroio Faxinal apresenta essas duas características por estar inserida na zona de transição: a oeste a floresta e a leste o campo. Os solos são geralmente rasos e classificados como Cambissolos, Argissolos, Nitossolos e Neossolos (FLORES *et al.*, 2007), normalmente com baixa aptidão para o cultivo agrícola. Fritzsos *et al.* (2018) descrevem que, pelo sistema de Köppen, o clima da região é subtropical úmido, com temperaturas amenas no inverno e moderadamente quentes no verão. As precipitações anuais podem variar de 1.748mm a 2.327mm (BELLADONA e VARGAS, 2017) e são bem distribuídas de 130 a 150 dias por ano (ROSSATO, 2011). A temperatura média anual varia entre 14°C a 17°C, enquanto que no mês mais frio a temperatura média varia entre 8°C a 14°C, no mês mais quente oscila entre 17°C a 23°C, sendo a região com o conjunto de médias de temperaturas mais baixa do Estado (ROSSATO, 2011).

Segundo Vieira e Rangel (1984), a formação geológica da região é derivada do derramamento vulcânico da Bacia do Paraná, ocorrida no sul do Brasil, na era mesozoica. A bacia está localizada na unidade geomorfológica do Planalto Meridional, que é subdividida em duas partes denominadas de depressão periférica e planalto arenito-basáltico. A região de Caxias do Sul encontra-se no planalto arenito-basáltico, formado por camadas intercaladas de lavas basálticas e arenitos. De acordo com os autores essas camadas são extremamente resistentes a processos erosivos e a textura afanítica do basalto dificulta a penetração da água no interior da rocha, provocando a formação dos vales comumente encontrados na região.

2.2 Caracterização dos loteamentos irregulares na bacia de captação do Arroio Faxinal

Para a caracterização dos loteamentos irregulares da bacia do Arroio Faxinal partiu-se da base cartográfica e do banco de dados estatísticos do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE) que foram estruturados no projeto de “Mapeamento de Loteamentos Irregulares nas Bacias de Captação no Município de Caxias do Sul”, em 2016. Neste levantamento interno, o SAMAE apontou a existência de 19 loteamentos irregulares na bacia de captação do Arroio Faxinal (**Figura 2**). Além dessas informações, o SAMAE disponibilizou também a base cartográfica de uso e cobertura do solo na área da bacia.

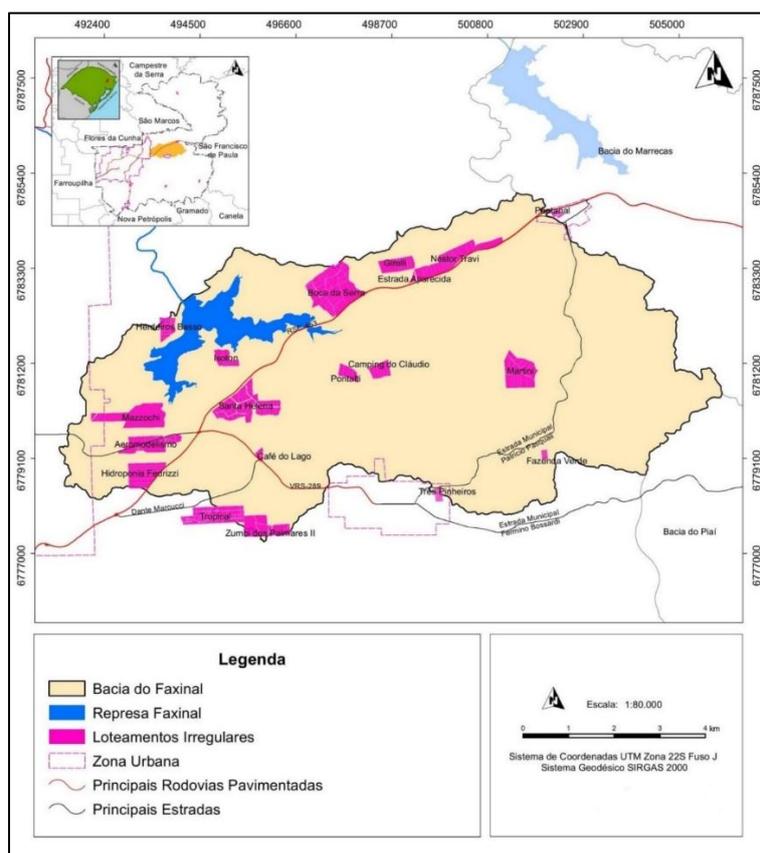


Figura 2: Loteamentos irregulares localizados na bacia de captação do Faxinal. Fonte: Elaborado pelos autores.

2.3 Caracterização da população na bacia de captação do Arroio Faxinal

A caracterização da população que vive nos loteamentos irregulares, bem como das edificações construídas nas áreas analisadas, foi realizada através de aplicação de um questionário semiestruturado com questões abertas e fechadas (**Figura 3**). Segundo Manzini (2012), neste tipo de método é utilizado um roteiro previamente elaborado onde o entrevistado pode responder a algumas perguntas livremente e outras com respostas pré-definidas.

Para definir o tamanho da amostra mínima foi usada a técnica de amostragem estratificada proporcional, para uma margem de erro de 5%. A técnica consistiu na determinação de uma quantidade de elementos proporcional ao número total de elementos de cada determinado grupo, ou seja, foi definido o número de domicílios a serem entrevistados proporcionalmente ao número total de edificações de cada loteamento. Com um total de 528 edificações em 19 loteamentos irregulares, a estatística gerou uma amostra de 232 entrevistas, ou seja, 44% dos domicílios.

A escolha dos domicílios que fizeram parte da amostra foi realizada de forma aleatória. Das 232 entrevistas pré-definidas pela estatística, 211 foram efetivadas. Foram diversos os motivos pelos quais 21 entrevistas não puderam ser realizadas: (1) diversos loteamentos são privados e possuem portão no acesso, sendo que a visita ao local foi impedida por mais de uma vez, (2) outros domicílios estavam fechados, por conta do horário de trabalho dos moradores (informações de vizinhos), (3) houve dificuldade com relação ao transporte até o local das entrevistas, em zona rural afastada da cidade e (4) sete moradores se recusaram a responder ao questionário. Ainda assim, foram entrevistados 40% dos moradores.

Pesquisa com a população moradora em loteamentos irregulares na área da bacia de captação de água do Faxinal.

I – Perfil dos moradores entrevistados

1) Idade: _____ 2) Sexo () Masculino () Feminino

3) Estado civil: () Solteiro () Casado () Viúvo () Desquitado/Divorciado

4) Município de nascimento: _____ Estado _____ () Área Urbana () Área Rural

5) Escolaridade: () Fund. Incompleto () Fund. Completo () Médio Incompleto
() Médio Completo () Sup. Incompleto () Sup. Completo () Especialização
() Mestrado () Doutorado

6) Profissão (formação) _____ Atividade profissional _____ () Desempregado

7) Local do Trabalho (bairro/urbano, rural) _____

8) Renda mensal familiar (salário mínimo R\$937,00): () menos de 1 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5
() + 5

9) Renda provem de quantas pessoas? () 1 () 2 () 3 () + 3

II – Residência

10) Loteamento/local de residência (como é conhecido/coordenadas): _____

11) Você mora nessa casa? () Sim () Não Ou segunda residência? () Sim () Não

12) Número de moradores/número de familiares: () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 +5 ()

13) Em que ano veio morar neste local?/ Desde quando tem essa segunda residência? _____

14) Quando mudou para este local já tinha algum conhecido? () Sim () Não Ou familiar? () Sim () Não

15) Depois que passou a morar aqui, mais algum conhecido ou familiar veio morar aqui? () Sim () Não

16) Quais os motivos que o(a) levaram a morar aqui? _____

17) Naquela ocasião você sabia que este loteamento era irregular? () Sim () Não

18) Sabe o que é um loteamento irregular? () Sim () Não

19) Na sua opinião o que é um loteamento irregular? _____

20) Já tentou regularizar? () Sim () Não 19) Pretende regularizar? () Sim () Não

21) Sabe como proceder para solicitar a regularização do terreno? () Sim () Não

22) Nesse tempo, já pensou em morar em outro local na cidade de Caxias do Sul? () Sim () Não

23) Em caso positivo, por que não se mudou? _____

24) Ou pretende se mudar em breve? () Sim () Não

25) Você possui um contrato desse terreno com o antigo dono? () Sim () Não

III) Descrição das condições da moradia

26) Material: () Alvenaria () Madeira () Mista () Outro

27) Recuo da estrada: () Sim () Não 28) Luz: () Sim () Não

29) Água: () Sim () Não 30) Tipo de abastecimento: () Poço () Rede Pública () Outro

31) Esgoto: () Sim () Não 32) Tipo: () Fossa Séptica () Fossa Séptica + Filtro
() Fossa Séptica + Filtro + Sumidouro () Outro

IV) Ambiental

32) Coleta de resíduos: () Coleta da Prefeitura () Outro _____

33) Faz uso de agroquímico? () Sim Não ()

34) Descarte da embalagem: () Coleta da empresa () Coleta da Prefeitura () Outro _____

Figura 4: Modelo do questionário utilizado na coleta de dados. Fonte: Elaborado pelos autores.

2.4 Uso e ocupação do solo e vetores de expansão da urbanização

Para identificar o uso e ocupação do solo nos loteamentos irregulares e para localizar os principais vetores da expansão urbana na bacia de captação do Arroio Faxinal utilizou-se o auxílio de fotografias aéreas e imagens de satélite, a partir de uma análise histórica desde 1988. Para tanto, foram realizadas vetorizações em tela de fotografias aéreas de 1988 e 1998 e de imagens de satélite de 2011 e 2016. Foram avaliadas as imagens disponíveis na base de dados da Prefeitura Municipal de Caxias do Sul, além de fotos de 1988 e 1998 do levantamento aerofotogramétrico desse município, com resolução espacial de 1m e 0,50m, respectivamente (CAXIAS DO SUL, 2020). Para o ano de 2011 foram usadas imagens do satélite GeoEye, com resolução espacial de 0,51m, e para o ano de 2016, foram obtidas imagens de 3 de novembro, no software GoogleEarth, com resolução espacial de 2 metros.

Na classificação do uso e ocupação do solo foram consideradas as seguintes classes: agricultura, edificações, mata, campo e áreas de mineração. Na classe de mata, foi vetorizada toda textura de vegetação arbórea e arbustiva da imagem, considerando florestas de grande porte (mata primária), mata secundária, mata de reflorestamento, capoeira e capoeirão. Para o campo, a vegetação herbácea foi vetorizada considerando áreas de pastagem (nativa e cultivada), ervas e gramíneas. Já para a classe de agricultura, todos os tipos de cultivos agrícolas foram considerados, incluindo solo exposto em fase de preparo para o plantio. E finalmente foram vetorizadas todas as edificações na área da bacia de captação.

3. Resultados e discussões

Dentre os moradores entrevistados, 56% (118 pessoas) eram do sexo masculino e 44% (93 pessoas) do sexo feminino, cujas idades variaram de 16 a 95 anos, destacando-se que 29,4% (63 pessoas) dos entrevistados possuíam entre 31 e 40 anos. Com relação ao estado civil, 63% (133 pessoas) dos entrevistados eram casados(as) e quase 24% (78 pessoas) eram solteiros(as). Quanto ao número de moradores por domicílio onde a entrevista foi aplicada, quase 30% (63 domicílios) das residências possuíam 4 pessoas, enquanto quase 25% (53 domicílios) eram habitadas por 3 pessoas. No total, foram contabilizados 803 habitantes nos 211 domicílios entrevistados.

Quanto à escolaridade, o resultado apresentado no questionário evidenciou que quase um terço dos moradores da região possuem o nível fundamental e, se forem somados aqueles que não completaram o nível médio, totalizaram quase 60% (126 pessoas). Por outro lado, apenas 9% (19 pessoas) dos respondentes informaram possuir curso superior completo.

A renda familiar informada pelos entrevistados foi separada sob a forma de classes baseadas no salário mínimo de 2017 (R\$ 937,00). Os valores fornecidos foram agrupados em classes salariais, comprovando-se que quase 45% (94 pessoas) dos entrevistados possuíam renda de 3 a 4 salários mínimos, seguido da classe com 1 a 2 salários mínimos, que representou mais de 25% (53 pessoas) dos entrevistados. Em quase metade dos domicílios a renda era provida do trabalho de 2 pessoas e em mais de um terço por apenas 1 pessoa.

De cada pessoa entrevistada nos 211 domicílios, 94% (198 pessoas) afirmaram ser a residência no respectivo loteamento irregular sua moradia principal, enquanto que 6% (13 pessoas) disseram ser uma segunda residência, cujos lotes foram adquiridos como chácaras para lazer em finais de semana e feriados. Com relação ao tempo que residem no domicílio, agrupando as respostas em classes de 5 anos, verificou-se que 30% (64 pessoas) dos entrevistados moram no local desde 2006-2010, e 27% (57 pessoas) dos entrevistados moram desde 2001-2005; ou seja, o início dos anos 2000 foi o período em que mais moradores se mudaram para a bacia de captação do Arroio Faxinal, coincidindo com um período de crescimento da economia de Caxias do Sul e da região da Serra Gaúcha (FEE, 2014).

Em relação a estrutura das moradias dos loteamentos, constatou-se grande diversificação de tamanho e material de construção das residências. Enquanto que os loteamentos de alto padrão são constituídos por residências de grande porte e, em sua maioria, construídas de alvenaria, os loteamentos de médio e baixo padrão possuem casas de tamanhos variados, mas menores que aquelas de alto padrão, construídas, geralmente, em madeira ou mista, de alvenaria e madeira. No levantamento dos dados, 47% (99 pessoas) dos entrevistados responderam morar em casa de madeira. Contudo, cabe destacar que todas as residências possuem energia elétrica.

Quanto ao abastecimento de água nas moradias, todos, com exceção de um dos entrevistados, afirmaram ter acesso à água. O morador que relatou ainda não ter ligação de água encontra-se em uma residência provisória e faz uso da água da casa ao lado, instalada no mesmo lote.

Os entrevistados afirmaram ter acesso a água de duas fontes diferentes: rede pública e poço. O acesso à rede pública ocorre somente nos loteamentos urbanos dos distritos de Vila Seca, Fazenda Souza e na zona urbana do Primeiro Distrito, no bairro de Ana Rech. As informações obtidas referentes ao abastecimento de água de todos os loteamentos foram espacializadas, de forma que os lotes, onde estão inseridas as edificações que participaram do levantamento, ficaram em destaque nos mapas de abastecimento de água por domicílio entrevistado. Uma amostra desta espacialização pode ser observada na **Figura 4**.

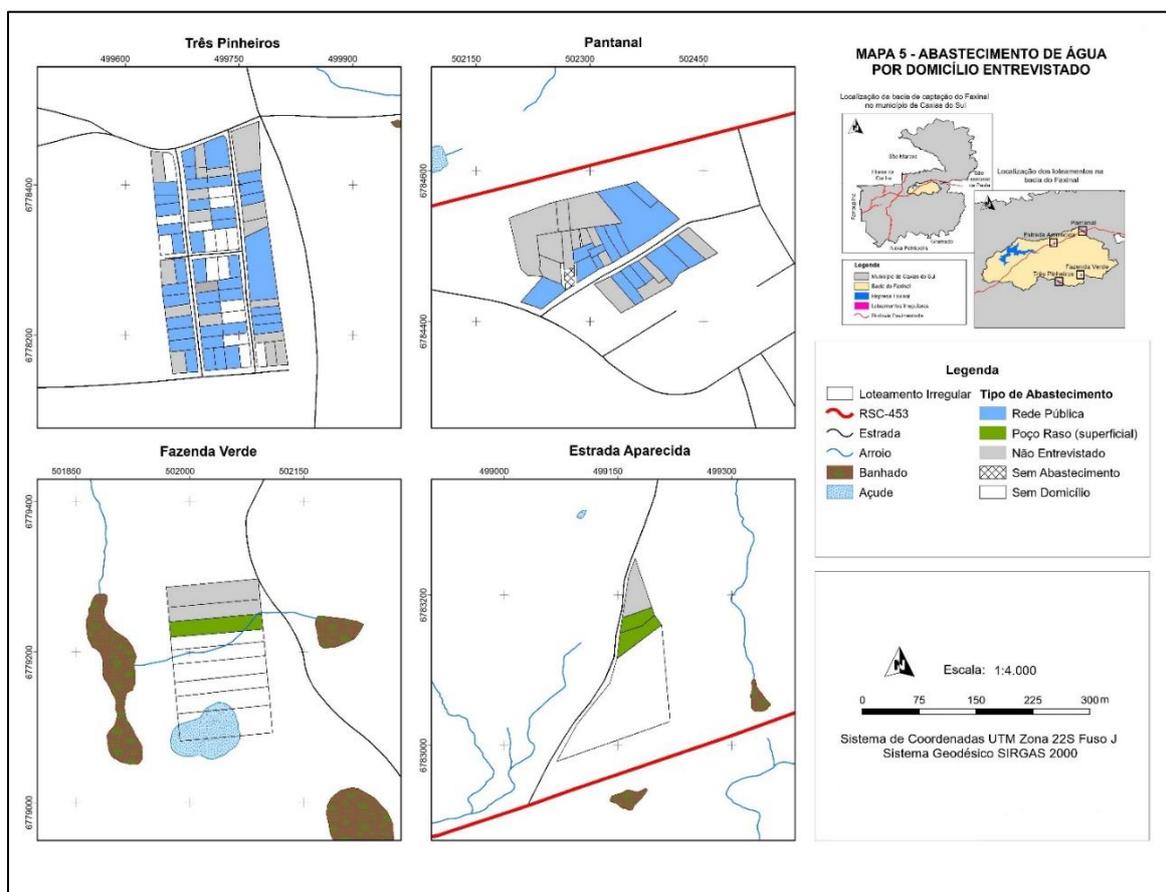


Figura 4: Amostra da espacialização do abastecimento de água por domicílio. Fonte: Elaborado pelos utores.

Quanto ao sistema de esgotamento sanitário, todos os moradores entrevistados, com exceção de um, afirmaram que existiam os seguintes sistemas de esgoto em suas residências: fossa séptica, fossa séptica com sumidouro e a rede pública de esgoto. Apenas uma residência não tinha sistema de esgoto, sendo, portanto, o descarte do efluente realizado a céu aberto. Embora, o acesso à rede pública de esgoto ocorra somente nos 3 loteamentos, que estão inseridos nas áreas urbanas dos distritos de Vila Seca, Fazenda Souza e em parte da área urbana do Primeiro Distrito, no bairro de Ana Rech, eles representam 42% (89 domicílios) dos domicílios pesquisados. Entretanto, o fato de quase 45% (95 domicílios) dos domicílios dos loteamentos irregulares não ter um sistema adequado de tratamento de efluentes sanitário impõe um risco a salubridade da bacia e do manancial e, conseqüentemente, a segurança no abastecimento público da cidade. As informações levantadas quanto ao esgoto sanitário dos loteamentos também foram espacializadas a fim de demonstrar o destino dado ao esgotamento dos loteamentos irregulares. Uma amostra desta espacialização pode ser verificada na **Figura 5**.

Com relação à coleta de resíduos sólidos, entre os loteamentos ocupados total ou parcialmente, 4 loteamentos não possuem qualquer tipo de coleta, sendo que pouco mais de 12% (25 pessoas) dos entrevistados relataram precisar se deslocar até fora da área do loteamento para fazer o descarte em local adequado. Para quase 88% (186 pessoas) dos entrevistados, a prefeitura disponibiliza a coleta dos resíduos na área do loteamento. Uma amostra da situação da coleta de resíduos dentro dos loteamentos estudados pode ser analisada na **Figura 6**.

Cabe ressaltar que nas **Figuras 4, 5 e 6**, que apresentam a espacialização das informações levantadas nas entrevistas sobre saneamento, também podem ser observados os lotes com os domicílios que não participaram das entrevistas, bem como os lotes sem edificações.

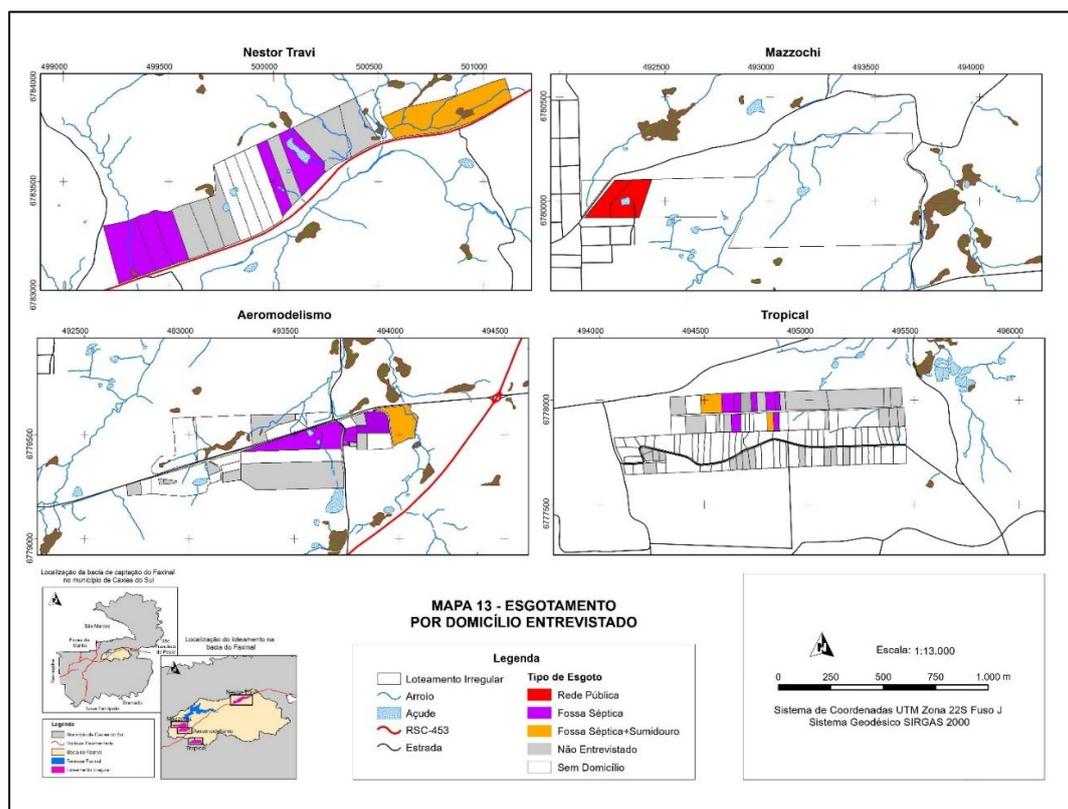


Figura 5: Amostra da espacialização do sistema de esgotamento sanitário por domicílio. Fonte: Elaborado pelos autores.

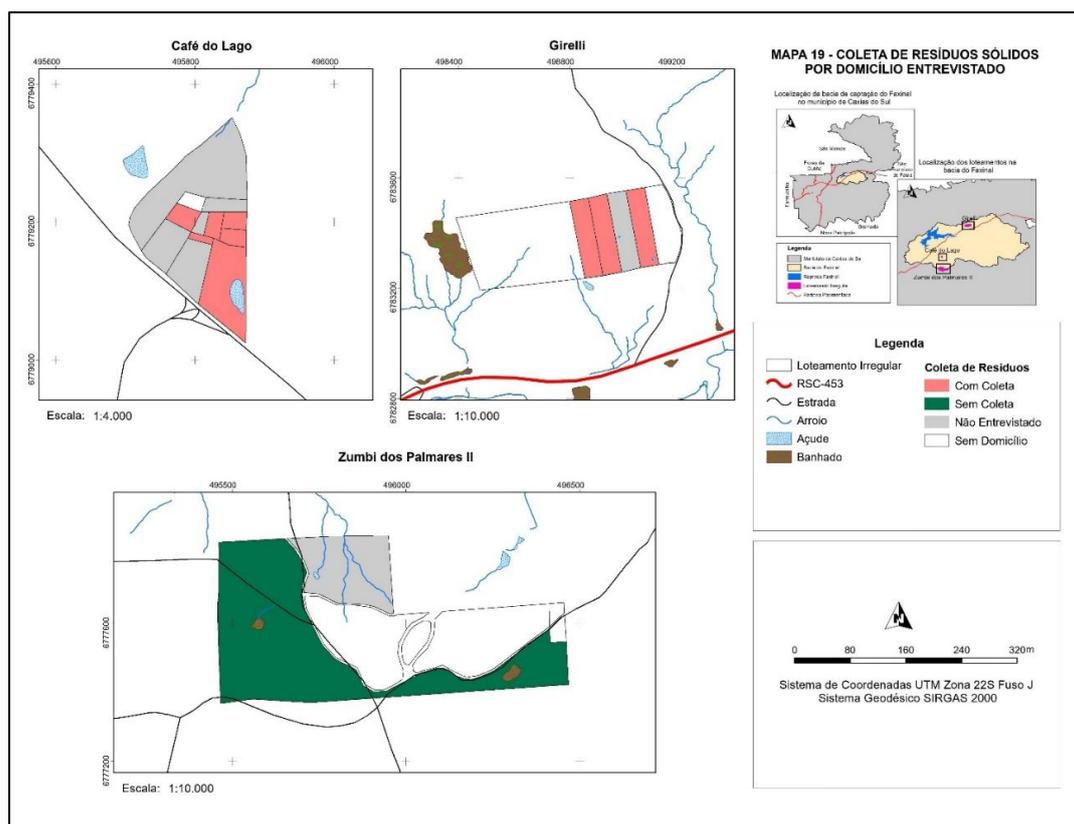


Figura 6. Amostra da espacialização da coleta de resíduos por domicílio. Fonte: Elaborado pelos autores.

A Lei Federal nº 6.766/1979 (BRASIL, 1979), determina que os loteamentos devem dispor de diversos serviços para sua regularização, dentre eles, vias de acesso e circulação, escoamento de águas pluviais, energia elétrica, rede de abastecimento de água e solução para esgotamento sanitário. Muito embora alguns loteamentos possam estar adequados em algumas das exigências, o levantamento identificou que nenhum dos 19 loteamentos se adequa a todas as condicionantes exigidas pela legislação. Essa situação é corroborada pelo estudo realizado por Curvello *et al.* (2008) que demonstraram que, mesmo com a legislação federal, a maioria das residências em condições de irregularidade tem acesso à rede de energia elétrica, água e telecomunicações, sendo que as próprias empresas concessionárias preferem oficializar a ter que combater essas ligações nas áreas clandestinas (PINTO, 2003).

Com relação a propriedade do lote, quase 81% (171 pessoas) dos moradores responderam que sabiam, na hora da compra, que se tratava de um loteamento irregular, contra os 19% (40 pessoas) que não sabiam. Entre os entrevistados, 34% (72 pessoas) afirmam que já tentaram regularizar a situação do loteamento, enquanto 66% (139 pessoas) responderam que ainda não tentaram regularizar. Quanto à propriedade do imóvel, quase 89% (186 pessoas) possuem contrato de compra do lote, 9% (19 pessoas) dos entrevistados relataram não possuir o contrato e 2% (6 pessoas) não possuem conhecimento sobre o documento. Outro aspecto levantado foi em relação a possibilidades de mudança: 8% (17 pessoas) dos entrevistados afirmaram que pretendem ou já pensam em mudar para outro local, mas 92% (194 pessoas) disseram que não pretendem mudar do loteamento.

O mapeamento do uso e ocupação do solo da bacia de captação do Arroio Faxinal (6.677ha), foi elaborado com base na imagem de satélite de 2011 (**Figura 7**). Os polígonos, vetorizados em tela, foram classificados nas seguintes classes: agricultura, edificações, mata (primária, secundária, reflorestamento, capoeira e capoeirão), campo e área de mineração.

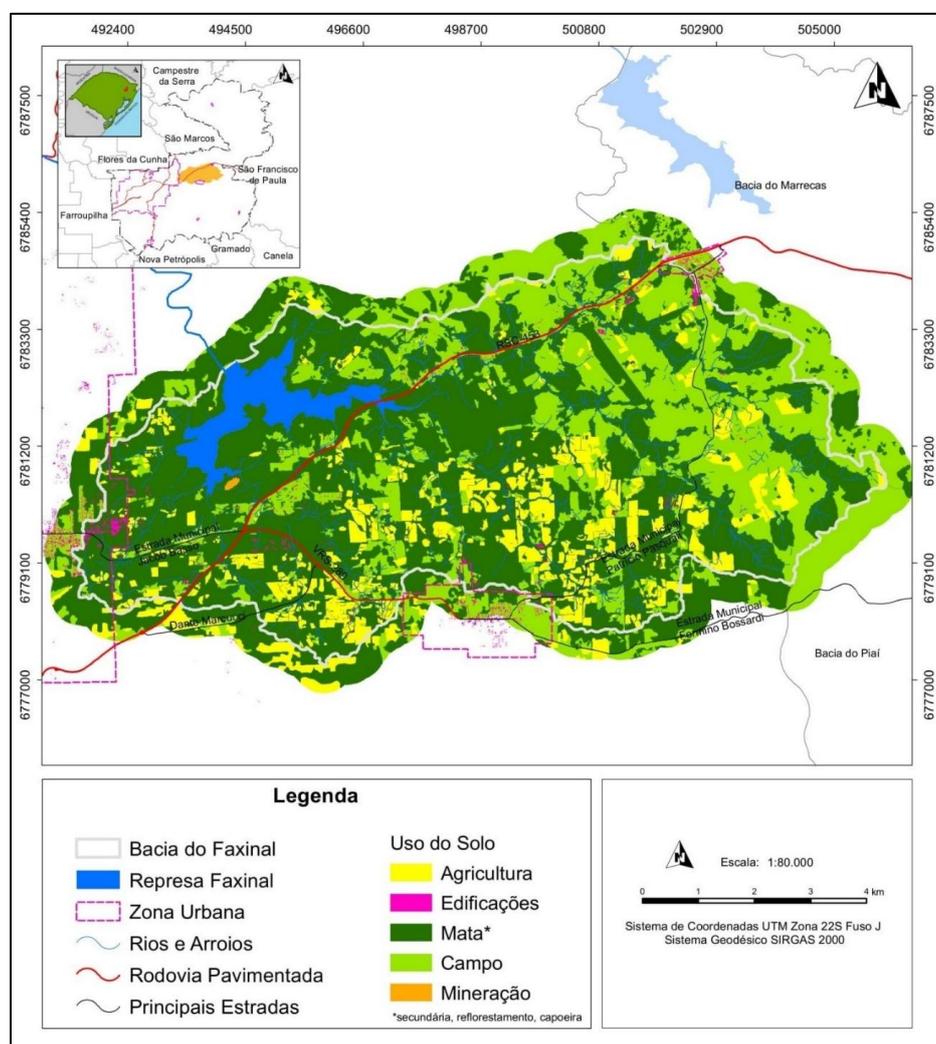


Figura 7: Uso e ocupação do solo na bacia de captação do Arroio Faxinal. Fonte: Elaborado pelos autores.

Pela análise do mapa do uso e ocupação no solo, comprovou-se que a agricultura recobre 814ha, cerca de 12% da bacia, estando distribuída por toda a área, mas principalmente ao sul, onde as áreas de cultivo estão mais concentradas, em particular com frutíferas e olericultura. As edificações também estão distribuídas por toda a área da bacia, mas, concentram-se principalmente nos loteamentos e nas áreas urbanas na bacia, isto é, parte da cidade e das sedes de Fazenda Souza e Vila Seca. Ao todo, as edificações ocupam uma área de 31ha (3%), sendo principalmente moradias, mas também instalações de apoio como garagens e galpões. A classe de uso do solo de mineração é uma pequena área de 3ha, já abandonada, que foi usada para extração de rocha basáltica, localizada na rodovia RSC-433, próxima ao lago da represa da bacia.

As áreas de mata cobrem 56% da bacia do Arroio Faxinal e ocupam 3.787ha. São compostas por muitas espécies de vegetação nativa, geralmente em nível secundário, além de espécies de reflorestamento, principalmente eucaliptos e pinus. Estão distribuídas em toda a região, mas diminuem ao leste da bacia, na região de transição para a vegetação campestre. Os campos cobrem 26% da bacia e ocupam 1.789ha localizando-se, principalmente, ao leste, onde o relevo transiciona os patamares mais elevados dos Campos de Cima da Serra.

A partir do mapeamento do uso e ocupação no solo, ficou evidenciado que diversos loteamentos irregulares possuem em seu território áreas de cultivo agrícola de pequena extensão. Segundo os dados obtidos no levantamento, nenhum dos entrevistados faz uso de agroquímicos na área dos loteamentos irregulares. Porém, diversos moradores afirmaram trabalhar com agricultura e, inclusive, relataram utilizar agroquímicos e fertilizantes nas plantações, mas em áreas localizadas além dos loteamentos.

No entorno da bacia do Arroio Faxinal, segundo revelou o levantamento da área tampão (*buffer*) de 500 metros, a bacia sofre pressão mais acentuada no arco oeste e sul, onde se encontram as principais áreas de urbanização da região e a maior demanda por espaço urbano. Ao longo da estrada Dante Marcucci, localizada a sudoeste da bacia, estão instaladas diversas indústrias que se estendem até o divisor de águas da bacia do Arroio Faxinal, bem como diversas edificações localizadas fora do perímetro da área urbana do Primeiro Distrito (zona urbana de Caxias do Sul), que avançam na direção da bacia.

Por fim, para a identificação das modificações ocorridas no uso e ocupação do solo na área dos loteamentos, além da imagem de satélite de 2011, foram vetorizadas e analisadas fotografias aéreas de 1988 e 1998 e a imagem de satélite do ano de 2016, de todos os loteamentos objetos do estudo. Na **Figura 8** é possível observar uma amostra do resultado obtido.

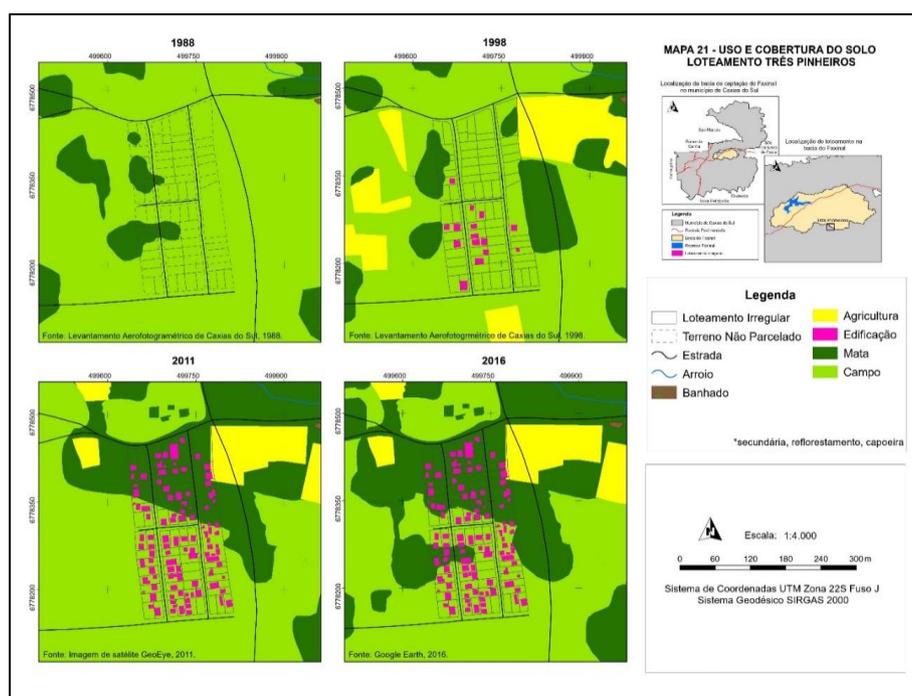


Figura 8: Espacialização da evolução do uso e ocupação do solo em determinado loteamento na bacia de captação do Faxinal. A projeção dos lotes na Imagem de 1988 é para fins de visualização e comparação com as demais Imagens dos distintos anos, uma vez que naquele ano não existia ocupação irregular sobre a gleba. Fonte: Elaborado pelos autores.

Com base nas informações especializadas de todos os loteamentos objetos do estudo foi possível apurar a modificação da área dos loteamentos no período dos 4 distintos anos estudados (**Tabela 1**).

Tabela 1. Alteração do uso do solo nos loteamentos irregulares em 28 anos. Valores expressos em hectare.

Ano	¹ Área total	Agricultura	Mata	Campo	Edificações
1988	538,67	4,75	308,51	224,56	0,85
1998	538,67	5,69	311,29	219,82	1,87
2011	538,67	10,43	339,07	181,31	7,86
2016	538,67	13,69	309,91	206,26	8,81

¹A área total equivale ao somatório das áreas de todos os loteamentos irregulares cadastrados na bacia de captação do Faxinal.

Como se observa na **Figura 8**, em síntese, todas as áreas de ocupação irregular sofreram importantes modificações ao longo dos anos, seja na vegetação, no surgimento de áreas de agricultura ou na construção de edificações, e evidenciam que, o maior crescimento da urbanização ocorreu nos anos 2000 para todos os loteamentos. A espacialização dos dados demonstrou que a maioria dos loteamentos começaram a ser instalados na década de 1980, no entanto, e a partir de 2011 ouve um crescimento maior das edificações e áreas voltadas para o cultivo agrícola.

Utilizando a base cartográfica fornecida pelo SAMAE, foi possível constatar uma expansão de moradias, atividades agropecuárias e a supressão da vegetação nativa sobre as APPs dos arroios, nascentes e outros recursos hídricos nos últimos 28 anos, em evidente descumprimento da legislação ambiental. Situação similar foi identificada ainda em 2008 na bacia do Batedor, na Serra da Mantiqueira-SP, onde o uso antrópico desenfreado da área acelerou o risco de escorregamento, criação de voçorocas e assoreamento do leito do rio Batedor (CURVELLO *et al.*, 2008). A **Figura 9** identifica as APPs em toda a bacia de captação do Arroio Faxinal, bem como aquelas inseridas nos loteamentos irregulares avaliados nesse estudo.

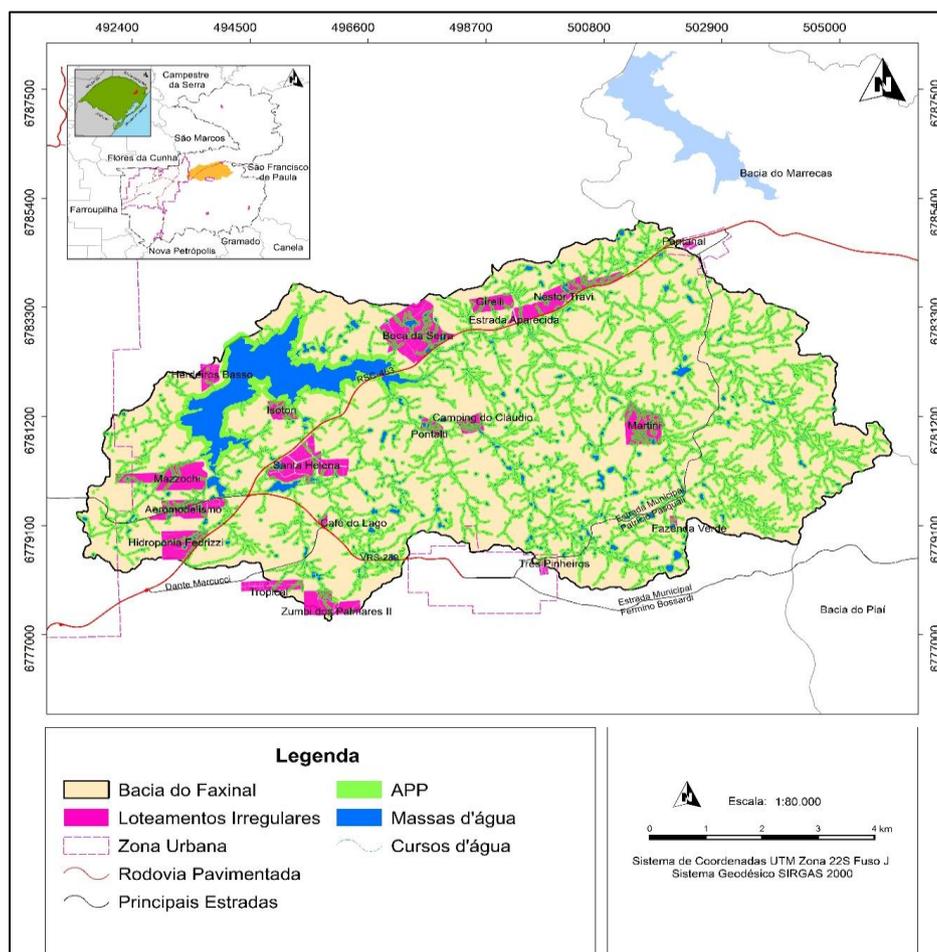


Figura 9: APPs na bacia de captação do Faxinal. Fonte: Elaborado pelos autores.

Conclusões

Esse estudo caracterizou a evolução e as principais direções dos vetores de expansão de ocupações irregulares na bacia de captação do Arroio Faxinal, em Caxias do Sul, bem como permitiu identificar o perfil socioeconômico da população lá residente.

Embora exista um arco côncavo a oeste-sul, com diversos loteamentos, esse trabalho identificou que as áreas urbanas dos distritos (Fazenda Souza e Vila Seca) e parte do Bairro de Ana Rech são os principais vetores de expansão da ocupação irregular sobre a bacia do Arroio Faxinal, somando mais de 50% da população. O crescimento dessas áreas é diretamente proporcional ao aumento da sua população residente. Sendo assim, é necessário optar pelo crescimento urbanísticos desses distritos e bairro em direção à bacia ou por sua preservação para o abastecimento da cidade.

Dos 211 domicílios entrevistados, 70% é de baixa renda, com até 4 salários mínimos. Por outro lado, a pesquisa revelou um quantitativo de 30% dos entrevistados com média e alta renda vivendo em condição de irregularidade. O primeiro grupo motivado pelo reduzido valor da terra, enquanto que o segundo grupo ocupa irregularmente a área da bacia por lazer. Assim, conclui-se que a irregularidade é promovida por todas as classes de renda.

No caso do saneamento básico, a pesquisa mostrou que as ocupações irregulares possuem alguma forma de abastecimento de água, porém 45% dos domicílios são desprovidos de sistema adequado de tratamento de efluentes sanitário, muito embora apresentem alguma forma individual para afastar seu efluente. O resíduo sólido é coletado, na maioria das ocupações, pela Prefeitura Municipal. A partir disso, é possível concluir que o próprio poder público contribui para a manutenção das ocupações irregulares e, ainda, atua como um incentivador do crescimento desses locais, ao invés de exigir o cumprimento da legislação ambiental, que zela pela qualidade dos mananciais.

Foi constatado que entre os anos de 2000 a 2010 houve a maior taxa de crescimento dos loteamentos irregulares, período que coincide com um momento econômico positivo para Caxias do Sul e para a região da Serra Gaúcha. Nesse caso, a economia, cuja segurança hídrica é fundamental para o seu próprio crescimento, pode impulsionar a irregularidade, paradoxalmente atuando como uma ameaça à segurança hídrica no abastecimento público.

Apesar de a maioria dos entrevistados possuírem uma formação educacional formal de nível fundamental e médio, foi alegado o desconhecimento da legislação ambiental, principalmente quanto à preservação dos mananciais para o abastecimento público, mas os moradores possuem conhecimento quanto as irregularidades urbanísticas. Com isso, é possível concluir que as pessoas necessitam de informação e educação ambiental atualizadas e de forma continuada, orientando quanto a ocupação e a preservação dos mananciais em bacias de captação.

As ferramentas da geografia aplicadas nesse estudo auxiliaram na compreensão das interações socioeconômicas com a preservação de mananciais. O método da entrevista semiestruturada, comumente aplicada na geografia, mas incomum na avaliação de segurança hídrica, permitiu adquirir informações valiosas que de outra forma não seriam obtidas, evidenciando a sua aplicabilidade na gestão dos recursos hídricos.

Referências

ANA. **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Agência Nacional de Águas. Brasília, DF. Agência Nacional de Águas, 2019. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/pnsh/pnsh.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2022

BARRELLA, W.; PETRERE J. R., M.; SMITH, W. S.; MONTAG, L. F. DE. A. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. DE. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo, EDUSP/FAPESP, 2000.

BELLADONA, R.; VARGAS, T. DE. **Distribuição espaço-temporal das precipitações e a relevância da orografia do município de Caxias do Sul (RS)**. Revista brasileira de cartografia, 69(3), 2017. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44353>.

BONDUKI, N. **Origens da habitação social no Brasil: arquitetura moderna, lei do inquilinato e difusão da casa própria**. 2. ed. São Paulo: Estação Liberdade; FAPESP, 1998.

BRASIL. **Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979.** Regulamenta o parcelamento do solo urbano. Brasília, 1979. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6766.htm. Acesso em: 26 jun. 2017

BRASIL. **Lei nº 12.621, de 25 de maio de 2012.** Institui o novo código florestal. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 26 jun. 2017.

CAXIAS DO SUL. **Decreto nº 16.054, de 11 de dezembro de 2012.** Institui o Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica no âmbito do Município de Caxias do Sul. Caxias do Sul, RS. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/rs/c/caxias-do-sul/decreto/2012/1605/16054/decreto-n-16054-2012->. Acesso em: 18 jan. 2021.

CAXIAS DO SUL. **Lei nº 246, de 06 de dezembro de 2005.** Estabelece Conceitos e Funções das Zona das Águas. Caxias do Sul, RS. Disponível em: https://www.caxias.rs.gov.br/_uploads/legislacao/lei_33.pdf. Acesso em: 26 jun. 2017.

CAXIAS DO SUL. Prefeitura Municipal de Caxias do Sul. Diretoria de Informações Geoespaciais (Digeo). **GeoCaxias.** 2020. Disponível em: <https://geopublico.caxias.rs.gov.br/geocaxias/map?config=src/webgis/config/map/config-all.xml>. Acesso em: 06 jan. 2020.

CURVELLO, R. T.; BATISTA, G. T.; DOS SANTOS TARGA, M. **Estudo dos impactos da ocupação humana na microbacia do rio Batedor na serra da Mantiqueira no município de Cruzeiro, SP, Brasil.** Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science, v. 3, n. 1, p. 91-107, 2008. Disponível em: <http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/79>.

ELMIRO, M. A.; TIMBÓ, C. R.; FREITAS, L. V.; DUTRA, G. R. **Análise da Redução do Índice de Qualidade da Água (IQA) Utilizando Ambientes de Geoprocessamento.** Universidade Federal de Minas Gerais. UFMG, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. INPE; 2005.

FEE. **Tendências Regionais: PIB, Demografia e PIB per capita /** coordenação de Aldamir Antônio Marquetti; Cecília Rutkoski Hoff; Bruno Breyer Caldas ... [et al.]. Porto Alegre, 2014. Disponível em: <https://www.fee.rs.gov.br/wp-content/uploads/2014/08/20140828tendencias-regionais-pib-demografia-e-pib-per-capita.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2017.

FLORES, C. A. F.; PÖTTER, R. O.; FASOLO, P. J.; HASENACK, H.; WEBER, E. **Levantamento semidetalhado de solos: região Serra Gaúcha, Estado do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2007.

FRITZSONS, E.; WREGGE, M. S.; MANTOVANI, L. E. **A distribuição natural do pinheiro-do-paraná no estado do Rio Grande do Sul, Brasil: A influência de fatores climáticos e geomorfológicos.** Revista Brasileira de Climatologia, v. 22, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v22i0.51315>.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE cidades.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/caxias-do-sul/panorama>. Acesso em: 22 dez. 2020.

MANZINI, E. J. **Uso da entrevista em dissertações e teses produzidas em um programa de pós-graduação em educação.** Revista Percurso, p. 149-171, 2012. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/Percurso/article/view/49548>.

PENA, R. F. A. **Urbanização.** 2017. Disponível em: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/urbanizacao.htm>. Acesso em: 15 dez. 2017

PINTO, V. C. **Ocupação irregular do solo urbano: o papel da legislação federal.** 2003. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/137/38.pdf?sequence=4&isAllowed=y>. Acesso em: 2 mar. 2022..

POZZEBON, G. R.; BELLADONA, R.; BORTOLIN, T. A.; VARGAS, T. DE. **Proposta de um novo método para a definição de indicadores de segurança hídrica no abastecimento público.** Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. 2022 (no prelo).

RIO GRANDE DO SUL. **Atlas socioeconômico do Rio Grande do Sul - Meio Ambiente: Biomas.** Rio Grande do Sul, 2021. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/biomas>. Acesso em: 18 jan. 2021.

ROSSATO, M. S. **Os climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia.** Tese de doutorado. Porto Alegre: UFRGS/PPGEA, 240 p., 2011.

SAMAE, Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto. **Recursos Hídricos.** Disponível em: <https://www.samaecaxias.com.br/Pagina/Index/10044>. Acesso em: 22 dez. 2020.

VIEIRA, E. F.; RANGEL, S. R. S. **Rio Grande do Sul: geografia física e vegetação.** Porto Alegre: SAGRA, 1984.



Este artigo é distribuído nos termos e condições do *Creative Commons Attributions/Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual* (CC BY-NC-SA).