

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, RECURSOS HÍDRICOS E DO  
MEIO AMBIENTE - TER

**SANEAMENTO RURAL NO MUNICÍPIO DE NOVA FRIBURGO/RJ:  
ESTUDOS PRELIMINARES À SOLUÇÃO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
DE BARRAÇÃO DOS MENDES**

LUIZ EDUARDO CAVALLO PFEIL

Matrícula: 10856026



NITERÓI – RJ

2014

**LUIZ EDUARDO CAVALLO PFEIL**

**SANEAMENTO RURAL NO MUNICÍPIO DE NOVA FRIBURGO/RJ:  
ESTUDOS PRELIMINARES À SOLUÇÃO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
DE BARRACÃO DOS MENDES**

**Trabalho de conclusão de curso,  
apresentado ao curso de Engenharia de  
Recursos Hídricos e do Meio Ambiente  
da Universidade Federal Fluminense  
como requisito parcial para obtenção do  
grau de Engenheiro Ambiental.**

**Orientador: Prof. Dario de Andrade Prata Filho.**

**NITERÓI-RJ**

**2014**

**LUIZ EDUARDO CAVALLO PFEIL**

**SANEAMENTO RURAL NO MUNICÍPIO DE NOVA FRIBURGO/RJ:  
ESTUDOS PRELIMINARES À SOLUÇÃO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
DE BARRACÃO DOS MENDES**

**Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao curso de Engenharia de  
Recursos Hídricos e do Meio Ambiente  
da Universidade Federal Fluminense  
como requisito parcial para obtenção do  
grau de Engenheiro Ambiental.**

**Aprovado em dezembro de 2014**

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. M. Sc. Dario de Andrade Prata Filho, orientador.  
Universidade Federal Fluminense**

---

**Prof.<sup>a</sup> M. Sc. Chou Sin Hwa.  
Universidade Federal Fluminense**

---

**Prof. M. Sc. Gustavo Carneiro de Noronha.  
Universidade Federal Fluminense**

**Niterói - RJ**

**2014**

A minha avó, Yonne R M Pfeil, agradeço pelo carinho que me dedicou todos esses anos e pelos conhecimentos passados a mim, ainda no início da minha jornada, quando nas primeiras séries do ensino fundamental estudava comigo para minhas provas. Aqueles conhecimentos alicerçaram o acadêmico que eu me torno agora, com a conclusão desse curso de engenharia ambiental.

A minha família, tios e tias, primos e primas, agregados e agregadas, e todos os outros parentescos, muito obrigado. A família sempre foi a “viga mestra” da minha vida, o suporte dado a mim por vocês é fundamental para que eu consiga seguir adiante. Sei que, durante a jornada da minha graduação, estive ausente da vida de vocês em diversos momentos em que normalmente eu estaria presente, compartilhando de suas alegrias. Agradeço muito a vocês pela compreensão.

A minha irmã, Flávia Maria C. Pfeil, e ao novo irmão que ela escolheu para me dar, seu marido, Lucas Roratto, agradeço por muitas coisas: pelas conversas e debates sobre o mundo; pelas belas paisagens que curtimos juntos e ainda curtiremos; pelos churrascos e pelas cervejas que deixavam tudo mais divertido; pelas rodas de violão e etc.. À minha irmã caberiam agradecimentos de uma vida inteira, mas prefiro agradecer a vocês juntos, principalmente agora que o filho de vocês chegou, o Martín, de quem eu sou o orgulhoso padrinho. Muito obrigado, meus irmãos.

A todos do Rio Rural, em especial ao coordenador do meu estágio, Marcelo Costa, e ao coordenador do projeto de saneamento que originou este trabalho, Jarbas Saraiva, agradeço de coração. Meu estágio ao lado de vocês no Rio Rural foi muito importante em termos profissionais e muito agradável em termos pessoais. Trabalhar com todos vocês foi uma grande oportunidade que a vida me deu.

Agradeço a meu orientador, Dario de A. Prata Filho, pelos conhecimentos passados a mim, pela liberdade com que me permitiu trabalhar neste projeto e pela solicitude com que me atendeu sempre que eu precisei.

Agradeço aos integrantes do projeto INTECRAL pela oportunidade de trabalhar em um projeto em que pessoas do mundo inteiro debatem e trocam conhecimentos em prol de soluções sustentáveis. Em especial, agradeço ao coordenador do projeto de saneamento, Jaime A. Cardona, que acompanhou de perto este trabalho. Agradeço também a oportunidade de conhecer todas as pessoas excelentes com quem tive o prazer neste projeto.

Ao meu amor, Monica D. Sherer, um agradecimento pela paciência de aguentar por tempos tão longos a distância imposta pelo meu objetivo de me formar. Também por me inspirar e incentivar. Mesmo longe você assistiu de perto cada passo dessa jornada e caminhou ao meu lado, como será daqui para frente. Enfim, agradeço por seu amor e retribuo com o meu. Não sei onde estaria agora se não tivesse te encontrado no meu caminho. Muito obrigado.

Ao meu falecido pai, Carlos Eduardo de M. Pfeil, não há palavras suficientes para agradecer a você. Muitas das coisas que eu sei e muito do que sou eu devo a você, o amor pela natureza que me fez escolher essa profissão com certeza foi instigado por você. Você foi um dos maiores professores que eu possuí e com certeza o mais rigoroso. “Nós temos que usar nossa inteligência para tudo, mesmo nas pequenas coisas”, você sempre me dizia isso para que eu me concentrasse e entendesse as coisas ao meu redor, para que eu soubesse como encontrar soluções para os meus problemas. De tanto aprender a solucionar problemas, decidi me tornar engenheiro. Muito obrigado, meu pai.

Ao meu irmão, André Jorge C. Pfeil, eu agradeço pela força, pelas vezes em que tocamos violão pra amenizar o stress, pela amizade, pelas conversas sobre a vida, sobre os planos de cada um, até mesmo pelas músicas (de gosto duvidoso) bradadas pela manhã, enfim, por ser presente, ainda que nesse momento não possa estar aqui, compartilhando a alegria da minha formatura. Seria necessário mais do que algumas linhas para agradecer por uma vida inteira. Muito obrigado por ser meu irmão.

Aos meus amigos, colegas de UFF, muito obrigado por todo o auxílio, pelas noites sem dormir para entregar trabalhos a tempo, pelos cadernos completos para tirar cópia, pelos grupos de estudos às pressas antes de entrar na sala para fazer as provas, pelas aulas sábado que tínhamos que encarar juntos. Agradeço a todos.

Muito obrigado a minha mãe, Eliane G. Cavallo, por basicamente tudo. Por ter me dado amor, carinho, afeto. Por ter me dado condições de permanecer estudando e pelo incentivo até que eu chegasse à conclusão deste curso. Por ser um exemplo como pessoa e como profissional. Por ser uma mãe por completo. Muito obrigado.

Um agradecimento especial a todos os mestres e professores que passaram por minha vida, desde o jardim de infância até agora, aqueles de quem eu me lembro bem e também aqueles de quem eu já não me lembro mais. Cada um de vocês deixou comigo um pedacinho de saber, e com esses pequenos pedaços fui edificando o conhecimento que possuo hoje e pelo qual recebo agora o título engenheiro ambiental.

## Resumo

Este trabalho se dedicou a estudar a comunidade de Barracão dos Mendes, no município de Nova Friburgo, região serrana do Rio de Janeiro, sob a ótica do saneamento rural, utilizando como justificativa para o estudo a intensão da parceria Rio Rural-INTECRAL de desenvolver um projeto de saneamento para a comunidade. Para que este projeto seja elaborado, é necessário definir alguns parâmetros fundamentais, como a população, o consumo de água (*quota per capita*) e, em consequência destes, as vazões médias, mínimas e máximas, diárias e horárias de esgoto. Definir tais parâmetros é o objetivo deste trabalho.

A pesquisa foi feita através da coleta de dados junto a entidades de renome, como o IBGE, e da coleta de dados empíricos, pela aplicação de questionários na comunidade. Os dados coletados geraram um diagnóstico da área de estudos e a estimativa dos parâmetros de projeto supracitados, considerando a maior e a menor taxa de crescimento encontradas para as áreas rurais do município de Nova Friburgo e do distrito de Campo do Coelho, respectivamente. A *quota per capita* foi determinada baseada no consumo residencial semanal. As vazões de esgoto foram obtidas pela aplicação de coeficientes sugeridos pelas normas vigentes.

Os parâmetros estimados incluem a população inicial de 528 habitantes em 2014, a população projetada de 457 habitantes no mínimo e 583 habitantes no máximo em 2034, a *quota per capita* de 258 L/hab/dia, e as vazões médias de esgoto de 94,3 m<sup>3</sup>/dia no mínimo e 120,4 m<sup>3</sup>/dia no máximo, decorrentes dos parâmetros mencionados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saneamento rural; esgoto; INTECRAL; Rio Rural.

## Abstract

This paper was dedicated to study Barracão dos Mendes' community, which belongs to Nova Friburgo municipality in the highlands of Rio de Janeiro, under the perspective of rural sanitation. This study is justified by the intension of the Rio Rural-INTECRAL partnership to develop a sanitation project in the community. For this project to be done it's necessary to define some fundamental parameters, such as the population, the water consumption (*quota per capita*) and, as their consequence, the minimum, mean e maximum, daily and hourly sewage flows.

This research collected data from many renowned entities, such as IBGE, and also collected empirical data, by asking the community's citizens to answer questionnaires. The collected data analyses generates a diagnostic of the studied area and helped to estimate the values for the design parameters mentioned, considering the heist and the lowest rate of population increase found for rural areas of the municipality and of the Campo do Coelho district, respectively. The *quota per capita* was determined based on the residential weekly consumption. The sewage flows were founded using suggested coefficients in the current norm.

The estimated parameters include the initial population of 528 inhabitants in 2014, the projected population of 457 inhabitants minimum and 583 inhabitants maximum in 2034, the water consumption (*quota per capita*) of 258 L/inhabit/day, and the sewage flows of 94,3 m<sup>3</sup>/day minimum and 120,4 m<sup>3</sup>/day maximum, as results of the mentioned parameters.

**KEYWORDS:** Rural sanitation; sewer; INTECRAL; Rio Rural.

## Lista de Figuras

Figura 1: Limites geográficos de Nova Friburgo e dos municípios da Região Serrana no estado do Rio de Janeiro.....	19
Figura 2: Importantes Unidades de Conservação em Nova Friburgo. ....	19
Figura 3: Delimitação geográfica dos distritos de Nova Friburgo. ....	20
Figura 4: MBH de Barracão dos Mendes. ....	21
Figura 5: Bacia Hidrográfica do Rio Dois Rios. ....	22
Figura 6: Comunidade Central de Barracão dos Mendes. ....	27
Figura 7: Representação 3D da comunidade foco (A representação das construções é meramente ilustrativa). ....	27
Figura 8: a) Aplicação do questionário. b) Aplicação do questionário. c) Equipe técnica do trabalho de campo.....	28
Figura 9: Abrangência da rede coletora de esgotos. (Fonte: Steffan Böttgers - Tilia).....	29
Figura 10: Residências visitadas X Residências contadas via Google Earth. ....	30
Figura 11: Áreas Rurais e Urbanas de Nova Friburgo. ....	43
Figura 12: Moradores abastecidos por rede geral de distribuição de água.....	44
Figura 13: Moradores abastecidos com água de poços e nascentes. ....	44
Figura 14: Moradores de domicílios particulares permanentes com esgotamento por rede geral de esgotos ou pluvial. ....	45
Figura 15: Moradores de domicílios particulares permanentes com esgotamento por fossa séptica. ....	46
Figura 16: Moradores de domicílios particulares permanentes com esgotamento por fossa rudimentar.....	46
Figura 17: Tipos de construções encontradas na comunidade de Barracão dos Mendes. ...	49

Figura 18: Esgoto sendo despejado diretamente no sistema de águas pluviais.....	50
Figura 19: a) Comunidade de Barracão dos Mendes. (Foto tirada em direção ao Leste) b) Poça de esgoto as margens do rio. c) Rio com água escura. d) Água sendo bombeada diretamente para irrigação. ....	51
Figura 20: Abastecimento de água da comunidade (o domicílio que não respondeu, as casas em construção e os ausentes foram representados como “Sem Dados”). ....	52
Figura 21: Esgotamento sanitário da comunidade.....	54
Figura 22: Gráfico da variação populacional estimada nos casos extremos. ....	57

## Lista de Tabelas

Tabela 1: Alguns parâmetros para o enquadramento nas Classes 1 e 2 de água doce (extraído da CONAMA 357/2005.).....	38
Tabela 2: Alguns parâmetros para o lançamento de efluentes em corpos hídricos receptores (extraído da CONAMA 430/2011).....	39
Tabela 3: Eficiência mínima na remoção de DBO (extraído da INEA DZ-215.R-4/2007).	40
Tabela 4: Carga máxima de DBO Para Residências de Padrão Médio/Interior (extraído da INEA DZ-215.R-4/2007). .....	40
Tabela 5: Atributos do shapefile gerado com dados do levantamento de campo. ....	48
Tabela 6: Tipos de construção encontrados na comunidade foco. ....	49
Tabela 7: Abastecimento de água da comunidade.....	52
Tabela 8: Porcentagem de Residências por tipo de esgotamento sanitário. ....	53
Tabela 9: Dados da estimativa populacional. ....	55
Tabela 10: Crescimentos populacionais dos recortes espaciais selecionados e respectivas taxas de crescimento (baseado nos dados dos censos IBGE de 2000 e de 2010).....	56
Tabela 11: Projeção populacional da comunidade central de Barracão dos Mendes segundo os crescimentos sofridos pelos recortes espaciais escolhidos (as “populações de projeto” dos casos extremos estão evidenciadas).....	57
Tabela 12: Estimativa da <i>quota per capita</i> . ....	58
Tabela 13: Contribuição de esgotos ao longo do tempo segundo a projeção populacional da pesquisadora Sánchez (2014). ....	59
Tabela 14: Contribuição de esgotos ao longo do tempo segundo as estimativas populacionais do presente trabalho.....	59
Tabela 15: Vazão máxima diária e vazões máxima e mínima horárias, segundo dados estimados pelo autor e por Sánchez (2014). ....	60
Tabela 16: Atributos do shapefile de setores censitários anexado aos dados do censo.....	68

## Lista de Siglas

APA – Área de Proteção Ambiental.

BDZ – *Bildungs- und Demonstrationszentrum für dezentrale Abwasserbehandlung* (empresa alemã).

BIRD – Banco Mundial.

COGEM – Comitê Gestor de Microbacias Hidrográficas.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente.

ETE – Estação de Tratamento de Esgotos.

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde.

MBH – Microbacia Hidrográfica.

MDE – Modelo Digital de Elevação.

PE – Parque Estadual.

SDS – Superintendência de Desenvolvimento Sustentável.

SEAPEC – Secretaria do Estado de Agricultura e Pecuária.

Tilia - *Tilia Umwelt GmbH* (empresa alemã).

UC – Unidades de Conservação.

## Sumário

<b>Resumo</b> .....	6
<b>Abstract</b> .....	7
<b>Lista de Figuras</b> .....	8
<b>Lista de Tabelas</b> .....	10
<b>Lista de Siglas</b> .....	11
<b>1. Introdução</b> .....	14
<b>1.1. Objetivos</b> .....	16
<b>1.1.1. Objetivo Geral</b> .....	16
<b>1.1.2. Objetivos Específicos</b> .....	17
<b>2. Materiais e Métodos</b> .....	18
<b>2.1. Descrição da Área de Estudo</b> .....	18
<b>2.2. Marcos legais e Normas Vigentes</b> .....	23
<b>2.3. Dados dos Censos IBGE</b> .....	23
<b>2.3.1. Censo IBGE 2000</b> .....	24
<b>2.3.2. Censo IBGE 2010</b> .....	24
<b>2.4. Coleta de Dados em Campo</b> .....	25
<b>2.5. Estimativa da População Atual (2014)</b> .....	29
<b>2.6. Método de Projeção Populacional</b> .....	30
<b>2.7. Estimativa do Consumo de Água (<i>Quota Per Capita</i>)</b> .....	34
<b>2.8. Estimativa da Vazão Média de Esgotos</b> .....	35
<b>2.9. Estimativa das Variações Diárias e Horárias das Vazões de Esgoto</b> .....	35
<b>3. Resultados</b> .....	37
<b>3.1. Revisão das Leis e Normas Vigentes</b> .....	37
<b>3.1.1. LEI N° 11.445/2007</b> .....	37
<b>3.1.2. CONAMA 357/2005</b> .....	37
<b>3.1.3. CONAMA 430/2011</b> .....	39
<b>3.1.4. DNAEE Portaria n° 707/1994 e suas alterações</b> .....	39
<b>3.1.5. INEA DZ-215.R-4/2007</b> .....	40
<b>3.1.6. ABNT NBR 9649/1986</b> .....	41
<b>3.1.7. ABNT NBR 9648/1986</b> .....	42
<b>3.1.8. ABNT NBR 12209/1992</b> .....	42
<b>3.2. Resultados Baseados no Censo IBGE 2010</b> .....	42

3.3. Dados do Levantamento de Campo .....	47
3.4. Residências e Estabelecimentos da Comunidade Central de Barracão dos Mendes. ....	48
3.5. Observações da Comunidade.....	50
3.6. O Abastecimento de Água da Comunidade.....	51
3.7. O Estado Atual do Esgotamento Sanitário.....	53
3.8. População Atual .....	55
3.9. Projeção Populacional .....	55
3.10. A <i>Quota Per Capita</i> .....	58
3.11. Vazões Médias de Esgoto.....	59
3.12. Variações Diárias e Horárias das Vazões de Esgoto .....	60
4. Conclusões.....	61
Bibliografia.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
ANEXO I.....	65
ANEXO II.....	67

## 1. Introdução

O tema Saneamento Rural é de suma importância para toda a população, já que é no meio rural que se produz todo o alimento consumido. Entretanto, no Brasil, o assunto permaneceu nas sombras até 2007 quando foi editada a lei nº 11.445, que universaliza o saneamento básico no Brasil.

Segundo a FUNASA (2012), apenas 17% da população rural possui acesso a uma forma correta de tratamento de esgotos (rede geral ou fossa séptica), 53,9% utiliza fossa rudimentar e 29,1% dispõe seus esgotos de outras formas.

Em um país com grande parte de seu produto interno bruto (PIB) dependente do agronegócio, existe a necessidade de que a administração pública se volte para o campo com mais atenção. Neste contexto, o Estado do Rio de Janeiro vem desenvolvendo o Programa de Desenvolvimento Rural Sustentável em Microbacias Hidrográficas (Rio Rural) através da Superintendência de Desenvolvimento Sustentável (SDS), vinculado à Secretaria do Estado de Agricultura e Pecuária (SEAPEC), que atualmente recebe o apoio do Banco Mundial (BIRD).

O Rio Rural fornece incentivos aos trabalhadores de comunidades rurais para que adotem práticas consoantes com a sustentabilidade e a ecologia locais.

A unidade territorial utilizada para organizar espacialmente as comunidades assistidas pelo Rio Rural é a Microbacia Hidrográfica (MBH)

O conceito de MBH está caracterizado por três requisitos:

- Delimitação geográfica de pequenas bacias de drenagem por divisores topográficos;
- Divisão política do estado (limites municipais);
- Integração entre as comunidades, sendo este mais abstrato.

Desta forma, em um município qualquer atendido pelo Rio Rural, as comunidades rurais que possuem relações mais estreitas (sejam elas culturais, de produção, comércio ou outras relações quaisquer) se localizarão dentro de uma mesma MBH, delimitada preferencialmente por divisores topográficos desde que esses não ultrapassem os limites municipais.

Os incentivos e recursos são disponibilizados pelo Rio Rural para as comunidades assistidas segundo a priorização de cada MBH. A ordem de priorização é definida de acordo com diversos critérios, dentre os quais está o nível de organização dos atores locais (proprietários, empresas, associações e outras entidades comunitárias), o que garante o cumprimento de prazos e maior agilidade à tomada de decisão, que possui caráter participativo, e por tanto, depende da atuação da comunidade.

A interface do programa Rio Rural com as comunidades se dá através do Comitê Gestor de Microbacias Hidrográficas (COGEM), que se institui *in loco* a partir do desejo voluntário de adesão ao projeto. Este comitê é formado pelos atores locais supracitados.

Com relação ao desenvolvimento rural, outro ator entra em cena no Estado do Rio de Janeiro: o *Integrated Eco Technologies and Services for a Sustainable Rural Rio de Janeiro* (INTECRAL), uma parceria entre a Alemanha (empresas e universidades através do Ministério Alemão de Educação e Pesquisa) com o Governo do Estado do Rio de Janeiro.

Acadêmicos de todas as partes do mundo vêm desenvolver trabalhos em áreas rurais do Rio de Janeiro por intermédio do INTECRAL, legando ao estado estudos e projetos que podem ser de grande valia para a tomada de decisão e a melhoria da vida das populações rurais. O INTECRAL vem atuando em parceria com o programa Rio Rural seguindo a priorização definida para as MBHs, desenvolvendo trabalhos com diversas temáticas.

Para o tema “Saneamento Rural”, destacam-se como principais parceiros na cooperação com a Alemanha as empresas *Bildungs- und Demonstrationszentrum für dezentrale Abwasserbehandlung* (BDZ) e *Tilia Umwelt GmbH* (Tilia). A BDZ trabalha com a produção de soluções descentralizadas para o tratamento ecologicamente correto de efluentes em assentamentos humanos rurais e/ou de baixa renda. A Tilia atua na área de energia e meio ambiente, com foco em água potável, fornecimento de energia e disposição de esgotos. Ambas possuem trabalhos em diversas partes do mundo, podendo ser citados como grandes êxitos os projetos realizados na Jordânia e na Mongólia.

O presente trabalho se configura como um dos resultados decorrentes da soma de esforços entre Rio Rural e INTECRAL, integrando o conjunto de produções científicas sobre as quais se apoiará o primeiro projeto de saneamento rural da parceria, que prevê a instalação de rede coletora e de uma estação de tratamento de esgotos (ETE) em uma comunidade rural do estado.

Para este projeto a MBH de Barracão dos Mendes foi escolhida. Esta MBH está situada no município fluminense de Nova Friburgo, na região serrana, e será mais bem caracterizada mais adiante neste trabalho.

Neste contexto, surgem então as seguintes questões: Qual a situação atual do abastecimento de água da comunidade? E qual a situação atual do esgotamento sanitário? Quantas pessoas moram na comunidade e precisarão ser atendidas pela ETE agora e no futuro? Quanta água essas pessoas consomem? O quanto de esgoto elas produzem?

Essas perguntas precisam ser respondidas para que se avalie qual a melhor solução de saneamento para a comunidade. O levantamento de dados se torna crucial neste momento, uma vez que é necessário quantificar o problema para resolvê-lo da forma mais adequada e com o menor custo possível. Tais considerações justificam este trabalho.

Este projeto de saneamento tem coordenação compartilhada, sendo um coordenador brasileiro, Jarbas Saraiva (veterinário e servidor do Rio Rural – SDS) e um coordenador estrangeiro, o colombiano Jaime A. Cardona (eng. Ambiental da BDZ). Os dados e resultados obtidos nesse estudo foram reportados diretamente aos coordenadores do projeto e ao orientador deste trabalho.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo Geral**

Este trabalho visa estimar alguns parâmetros de projeto fundamentais para a implantação de um sistema de esgotamento sanitário na comunidade central de Barracão dos Mendes.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

Para que o objetivo geral seja alcançado, propõem-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Levantar os marcos legais e normas vigentes;
- b) Levantar dados censitários relevantes ao tema saneamento para todo o município de Nova Friburgo;
- c) Levantar informações específicas da área de estudos através da aplicação de questionários em visita de campo à comunidade estudada;
- d) Elaborar um diagnóstico específico da comunidade estudada;
- e) Estimar: a população da comunidade estudada, atual e futura, com horizonte de 20 anos; o consumo de água (*quota per capita*); as vazões de esgoto, máximas, médias e mínimas, diárias e horárias.

## **2. Materiais e Métodos**

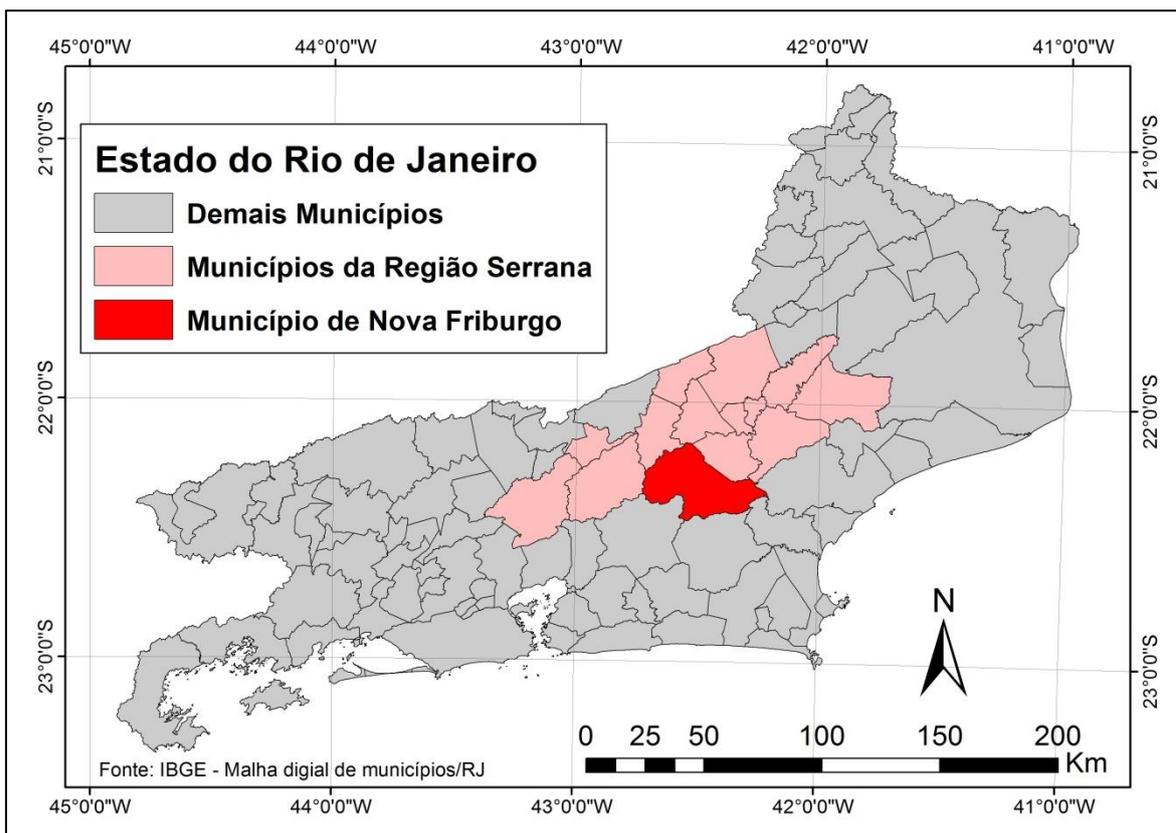
Este trabalho inclui uma breve revisão das leis e normas vigentes, a aquisição e tratamento de dados dos censos IBGE, a aplicação de questionários em visita de campo e também a estimativa de parâmetros fundamentais do projeto, como população atendida e as vazões de esgoto, todos descritos nos itens a seguir.

### **2.1. Descrição da Área de Estudo**

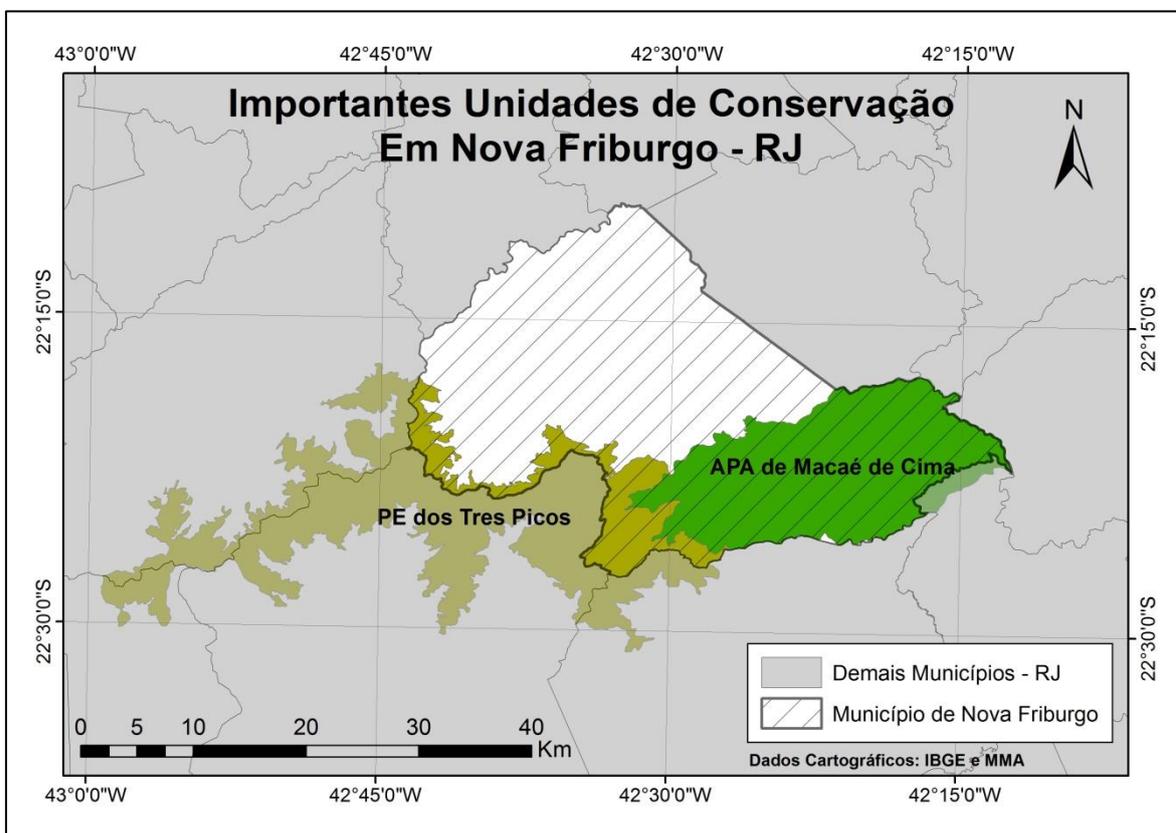
O município de Nova Friburgo localiza-se na região serrana do Estado do Rio de Janeiro (Figura 1). Possui área de 938,5 Km<sup>2</sup> (site da Prefeitura Municipal de Nova Friburgo, 2014) e população de 182.082 habitantes, sendo 159.372 vivendo em meio urbano e 22.710 em meio rural (Censo IBGE, 2010).

Possui clima tropical de altitude, com as quatro estações bem definidas. Seu relevo é montanhoso, com picos acima de 2.300 metros e cerca de 60% do município está acima dos 1.000 metros (site da Prefeitura Municipal de Nova Friburgo, 2014).

Assim como todo o estado do Rio de Janeiro, o município de Nova Friburgo está inteiramente contido no bioma Mata Atlântica e abriga em seu território parte de seus remanescentes, sendo alguns dos quais na forma de Unidades de Conservação (UC), como mostra a Figura 2. Estas características conferem ao município fama em relação ao ecoturismo, com cachoeiras, áreas verdes, escaladas, trilhas, *camping* e etc.



**Figura 1: Limites geográficos de Nova Friburgo e dos municípios da Região Serrana no estado do Rio de Janeiro.**

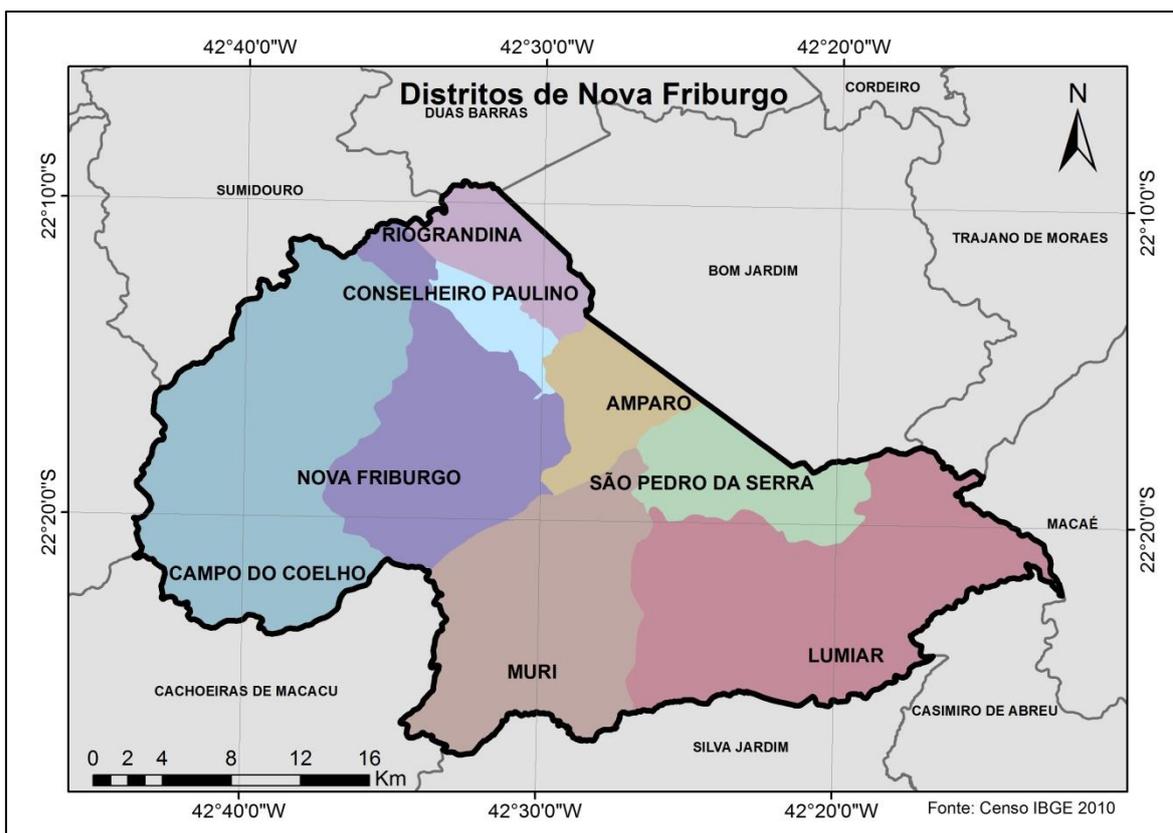


**Figura 2: Importantes Unidades de Conservação em Nova Friburgo.**

Nova Friburgo está politicamente dividida em oito distritos:

- 1° Distrito - Nova Friburgo
- 2° Distrito - Riograndina
- 3° Distrito - Campo do Coelho
- 4° Distrito - Amparo
- 5° Distrito - Lumiar
- 6° Distrito - Conselheiro Paulino
- 7° Distrito - São Pedro da Serra
- 8° Distrito - Muri

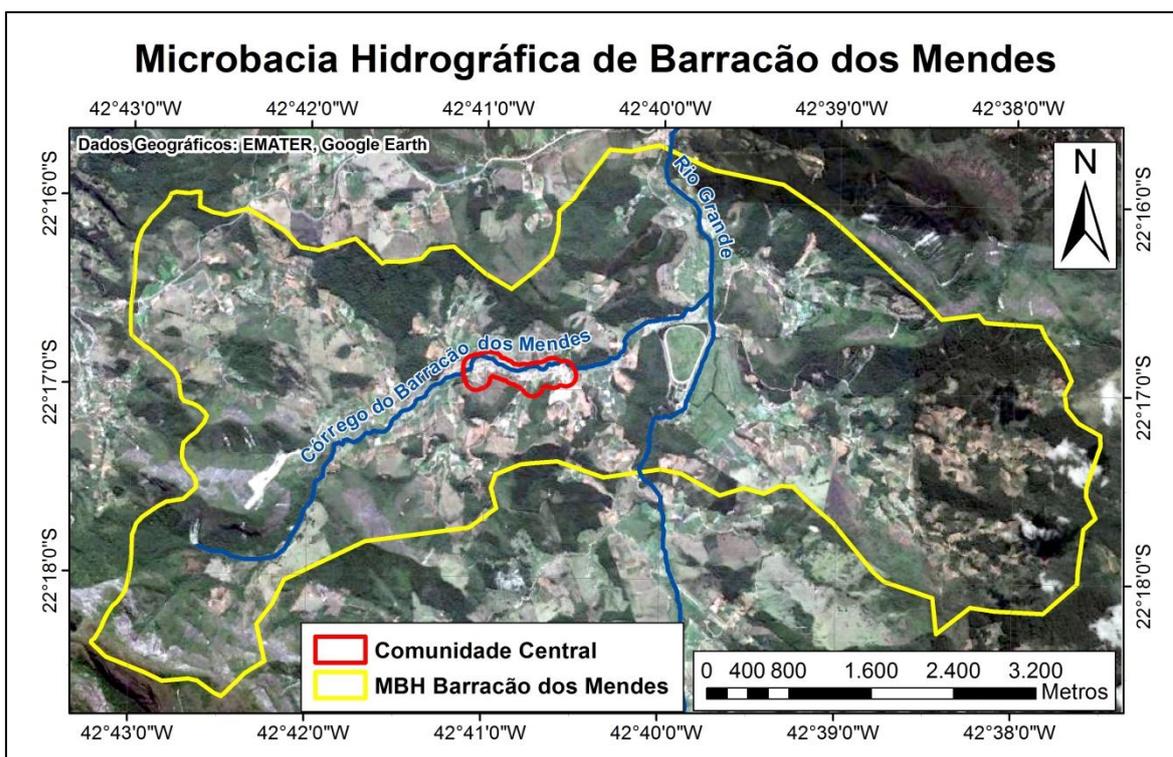
A Figura 3 mostra a delimitação geográfica dos distritos de Nova Friburgo.



**Figura 3: Delimitação geográfica dos distritos de Nova Friburgo.**

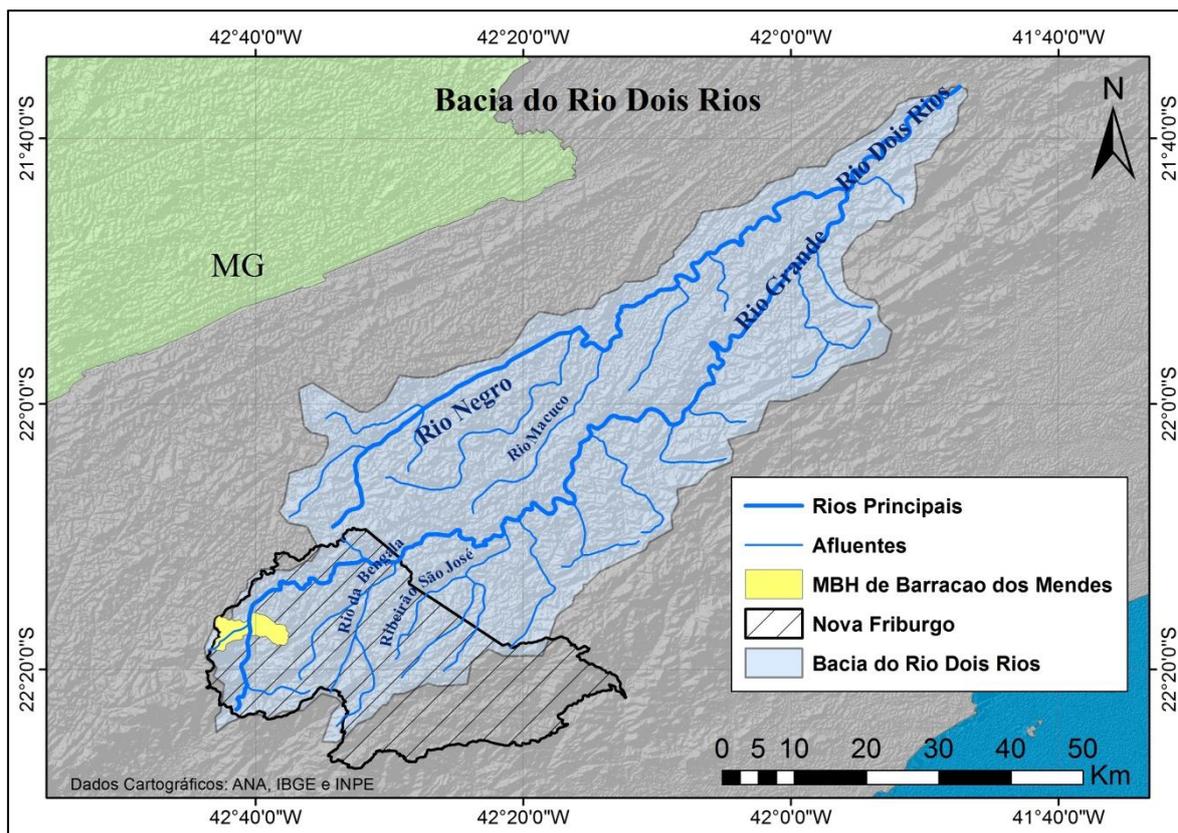
A MBH de Barracão dos Mendes (Figura 4) se localiza no 3º Distrito, denominado Campo do Coelho. Tal distrito possui população de 10.067 habitantes, sendo 7.253 vivendo em meio rural (Censo IBGE, 2010).

Esta MBH abriga pequenos produtores familiares com foco produtivo na olericultura. A comunidade foco se localiza as margens do córrego do Barracão dos Mendes, um pequeno afluente do Rio Grande em suas cabeceiras. O Rio Grande por sua vez é um dos rios mais importantes da bacia hidrográfica do Rio Dois Rios, como mostra a Figura 5.



**Figura 4: MBH de Barracão dos Mendes.**

A produção de hortícolas é irrigada a partir dos córregos e nascentes. Como esses vegetais podem ser consumidos crus, deve-se ter maior cautela em relação à qualidade da água utilizada para irrigação. O saneamento se torna imperativo quando pensamos na qualidade dos recursos hídricos, por outro lado, as comunidades rurais dificilmente possuem redes coletoras de esgoto devido à dispersão geográfica dos habitantes, o que não é diferente para a MBH de Barracão dos Mendes.



**Figura 5: Bacia Hidrográfica do Rio Dois Rios.**

Entretanto, a comunidade de Barracão dos Mendes começa a possuir um núcleo um pouco mais adensado em relação às demais áreas da MBH. Uma rede coletora de esgotos pode ser indicada nesse caso, pois, esse pequeno adensamento significa uma maior quantidade de esgotos sendo gerados em um único local e, caso este esgoto não receba o devido tratamento, pode acabar comprometendo os recursos hídricos para consumo e irrigação.

Nesse contexto, se torna contundente a necessidade de uma maior atenção à questão do saneamento, pois se as águas estiverem contaminadas, toda a população e também a produção podem ter as suas condições sanitárias comprometidas.

## **2.2. Marcos legais e Normas Vigentes**

A revisão de leis e normas foi feita com base em pesquisas em bibliotecas e em meio eletrônico. Cada lei e norma encontrada sobre o assunto referenciava outras leis e normas aplicáveis, levando a uma grande quantidade de regulamentos que, embora também aplicáveis, excederiam as necessidades deste trabalho. Por este motivo apenas as normas essenciais foram consideradas nesta revisão.

## **2.3. Dados dos Censos IBGE**

O IBGE disponibiliza em seu site os dados obtidos nos seus censos. Para este trabalho serão utilizados os censos de 2000 e 2010. Os referidos dados dos censos IBGE são apresentados ao público agregados por delimitações geográficas definidas, como estados e municípios. A menor dessas delimitações geográficas é o setor censitário, que é o agrupamento de dados mais refinado a que se pode ter acesso para que se preserve a identidade dos indivíduos entrevistados nos censos.

Os censos IBGE dos anos de 2000 e 2010 tiveram seus dados disponibilizados não apenas no formato tabular (tabelas do Excel), mas também em formato geográfico. Para cada um destes censos, o IBGE criou um shapefile com os limites geográficos dos setores censitários.

Uma tradução para “shapefile” é “arquivo de forma”, pois é um arquivo que contém dados relacionados à forma de elementos geográficos georreferenciados, podendo ser constituído por pontos, linhas ou polígonos (áreas), que representem informações como localização de nascentes ou pontos de monitoramento, cursos de rios, estradas e ferrovias, limites municipais, estaduais e nacionais, entre muitas outras possibilidades. Esse é o formato de arquivo utilizado pelo software ArcGIS para o geoprocessamento de informações.

Todo o arquivo shapefile possui uma tabela em anexo, a tabela de atributos, que contém as informações referentes aos elementos geográficos representados no arquivo. No caso dos shapefiles de setores censitários IBGE, uma das informações contidas nas tabelas de atributos é o código do setor censitário, que possui um valor único para cada um dos setores representados no arquivo.

A análise desses dados por ferramentas de geoprocessamento só será possível se as tabelas Excel que possuem os dados censitários estiverem anexadas ao shapefile.

### **2.3.1. Censo IBGE 2000**

No censo IBGE 2000 alguns dos códigos que deveriam ter apenas quinze dígitos possuíam na verdade dezenove dígitos com um hífen separando os quatro últimos, como “330340105000001-0168”, por exemplo. Isso significa que todos os setores censitários cujo código fosse do tipo “33034010500XXXX”, com os quatro últimos dígitos variando entre 0001 e 0168, estariam agrupados em uma única delimitação geográfica, o que explica porque as tabelas do censo para o estado possuem mais de 22 mil setores censitários e o shapefile delimita apenas pouco mais de 1800.

Este fato também se configurou como um complicador à anexação dos dados do censo 2000 ao seu respectivo shapefile, e aliado ao fato de que se necessita apenas dos dados populacionais deste censo para o presente trabalho, optou-se por trabalhar apenas com o formato tabular no Excel. Os dados populacionais relevantes serão mostrados no Item 3.9 deste trabalho, sobre projeção populacional.

### **2.3.2. Censo IBGE 2010**

Segundo IBGE<sup>1</sup> (2011) os códigos dos setores censitários são formados por 15 algarismos:

- Unidade da Federação – 2 algarismos.
- Município – 5 algarismos.
- Distrito – 2 algarismos.
- Subdistrito – 2 algarismos.
- Setor Censitário – 4 algarismos.

O estado do Rio de Janeiro possui numeração “33” e o município de Nova Friburgo possui código “03401”, baseado nesta informação foram selecionados na tabela de atributos do shapefile os setores censitários cujos códigos fossem do tipo “3303401XXXXXXXX” e então foram exportados para um novo arquivo, o que foi feito utilizando a ferramenta “*Export Data*”.

Para anexar os dados da tabela Excel ao shapefile houve a necessidade de compatibilizar os códigos dos setores censitários dos dois arquivos. No shapefile disponibilizado referente ao censo 2010 a coluna de códigos dos setores censitários (CD\_GEOCODI\*) se encontra em formato de texto, o que impediu que o software reconhecesse a relação entre estes códigos e os da tabela Excel, em formato numérico.

Após esta compatibilização não houve problemas em anexar os dados do censo ao shapefile, o que foi feito no ArcGIS 10.1, utilizando a ferramenta “*Join*”, que une as colunas de duas tabelas a partir dos dados de uma coluna presente em ambas. No caso em questão, a tabela de atributos do shapefile e a tabela Excel foram relacionadas pelos códigos dos setores censitários. Houve sucesso nos 312 setores censitários do município. O shapefile resultante foi então exportado.

#### **2.4. Coleta de Dados em Campo**

A visita de campo visou coletar dados concretos sobre o consumo de água e o tratamento de esgotos, além de descobrir como as pessoas da comunidade enxergavam a questão do saneamento.

Antes da incursão à comunidade de Barracão dos Mendes, em esforço conjunto com o orientador deste trabalho, Dario de A. Prata Filho, o autor do presente trabalho elaborou um questionário para coleta dos dados de forma rápida e padronizada (um modelo pode se visto no ANEXO I), no qual se solicitava as seguintes informações:

- Número do ponto (a ser marcado com GPS pelos técnicos do Rio Rural);
- Nome do morador que respondeu o questionário;
- Número de pessoas residentes;
- Tipo de esgotamento sanitário utilizado;
- Fonte da água consumida;
- Volume total dos reservatórios de água da residência;
- Quantidade de vezes que esses reservatórios precisam ser cheios por semana;
- Relatos sobre doenças de veiculação hídrica;
- Percepção do morador sobre a qualidade da água consumida;
- Observações;
- Se o morador desejaria uma rede de esgotamento sanitário (a ser respondida com Sim ou Não).

Concomitantemente à criação do questionário foi elaborado, como norteador do trabalho de campo, um mosaico com nove imagens Google Earth de boa qualidade, englobando a área foco da MBH. A aplicação dos questionários teve como alvo apenas a comunidade central de Barracão dos Mendes, evidenciada em vermelho sobre mosaico de imagens Google Earth, no mapa da Figura 6. A Figura 7 mostra uma representação 3D da comunidade, elaborada no ArcScene a partir de um modelo digital de elevação (MDE) produzido pela equipe do projeto. Posteriormente foi elaborado um mosaico com 20 imagens Google Earth ainda mais precisas, tal mosaico poderá ser visto nos demais mapas.

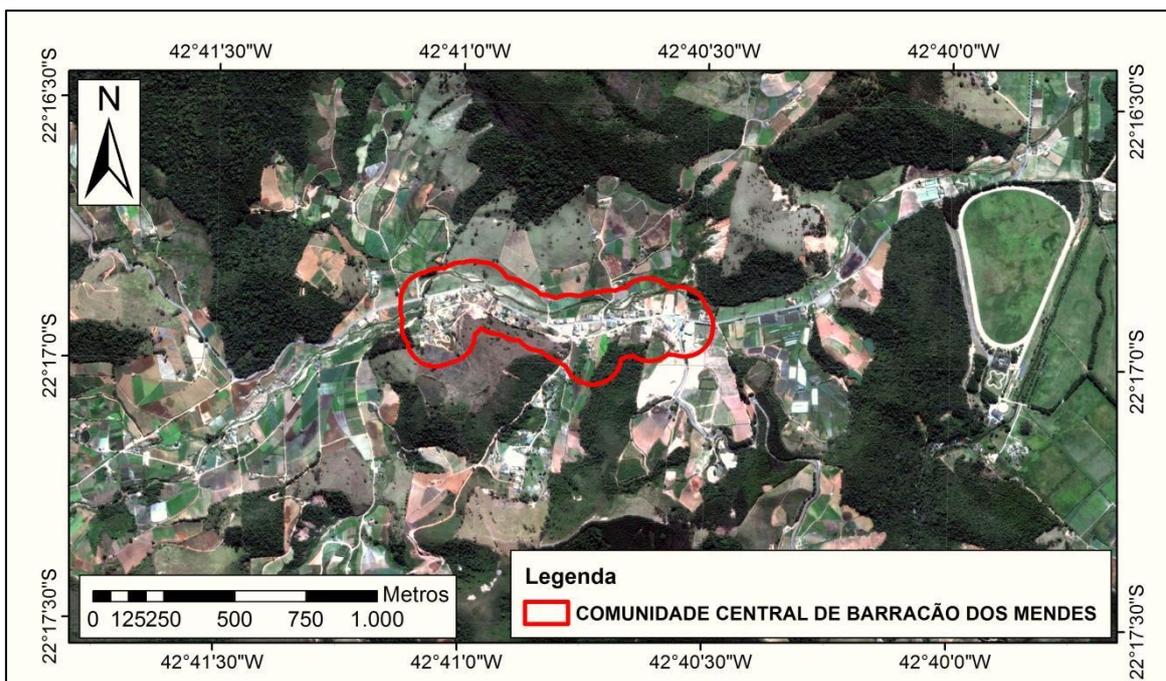


Figura 6: Comunidade Central de Barracão dos Mendes.



Figura 7: Representação 3D da comunidade foco (A representação das construções é meramente ilustrativa).

É necessário que seja mencionado o nome da bióloga e pesquisadora na área de agricultura orgânica, Margarete Satsumi Tiba Ferreira, que tem sido parceira do Rio Rural em diversos projetos na região, inclusive este. Por ser uma produtora local, Margarete está

articulada com os demais produtores e com a comunidade em si, por isso atua como multiplicadora dos projetos do Rio Rural no local.

Nesta incursão a campo, Margarete “preparou o terreno”, providenciando o que foi necessário, avisando a comunidade sobre o levantamento que seria feito e apresentando os técnicos do Rio Rural à comunidade, facilitando muito a aceitação do trabalho de coleta de dados por parte dos moradores.

Relativo à aplicação dos questionários, este foi levado a todas as residências, instalações comerciais e igrejas da comunidade, desde que possuíssem alguma pessoa presente capaz de responder as perguntas. As residências que não possuíssem tal pessoa, no horário em que os técnicos estivessem realizando o levantamento, eram classificadas como “Ausente” no questionário. Todos os pontos visitados foram marcados no GPS.

A equipe de técnicos foi composta por Gabriel Corrêa Kruschewsky, Pedro Austregésilo e o autor deste trabalho, Além de Margarete Satsumi T. Ferreira. A Figura 8 mostra os técnicos em campo e a equipe.



**Figura 8:** a) Aplicação do questionário. b) Aplicação do questionário. c) Equipe técnica do trabalho de campo, da esquerda para a direita: Luiz E. C. Pfeil (graduando na UFF e estagiário do Rio Rural); Pedro Austregésilo (graduando na UFF e estagiário do Rio Rural); Margareth Satsumi Tiba Ferreira (Produtora local, Bióloga e parceira do Rio Rural); Gabriel Corrêa Kruschewsky (Eng. Florestal e parceiro do Rio Rural).

## 2.5. Estimativa da População Atual (2014)

Esta estimativa será feita tendo como base o número médio de habitantes por residência encontrado na amostra de domicílios que respondeu ao questionário. Esse valor será então aplicado (multiplicado) ao total de residências da comunidade foco.

É importante considerar todas as residências abrangidas pela rede para estimar a população que será atendida. Devido ao exposto, um fato adicionou um pouco mais de trabalho a esta estimativa: decidiu-se por conectar à rede coletora de esgotos algumas residências ao sul da comunidade foco anteriormente delimitada e algumas outras residências isoladas a oeste, ampliando a área foco como mostra a Figura 9. Isso adiciona mais 40 residências (contadas via Google Earth) além das visitadas em campo. A Figura 10 mostra as residências contadas e visitadas.

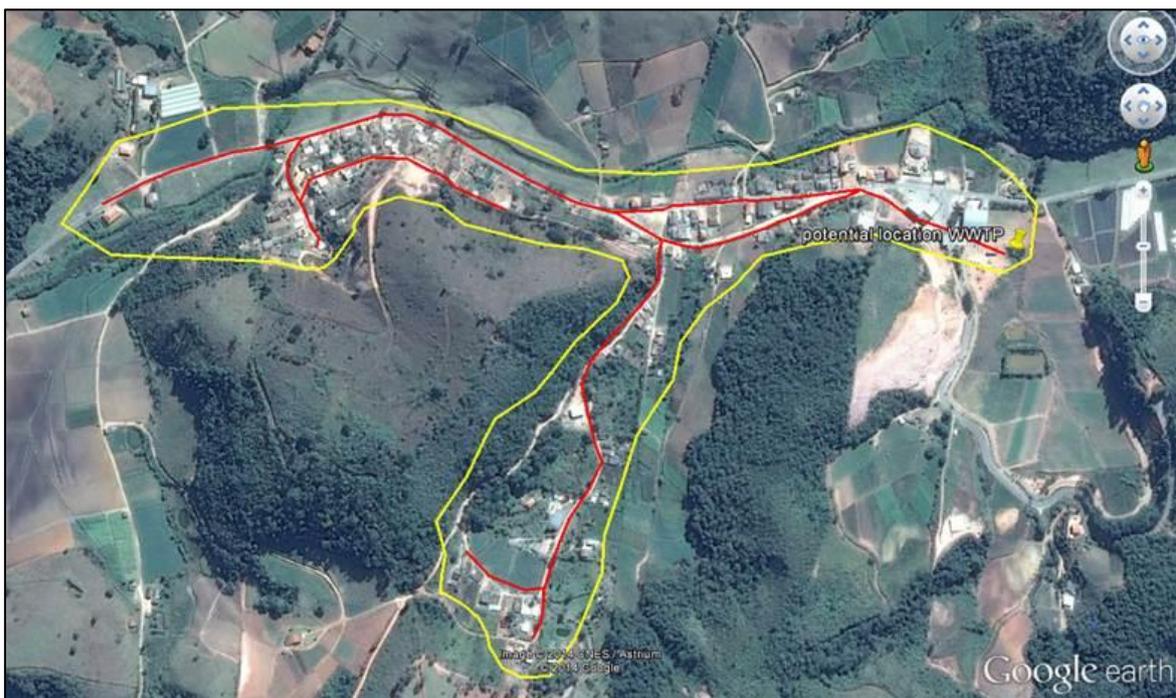
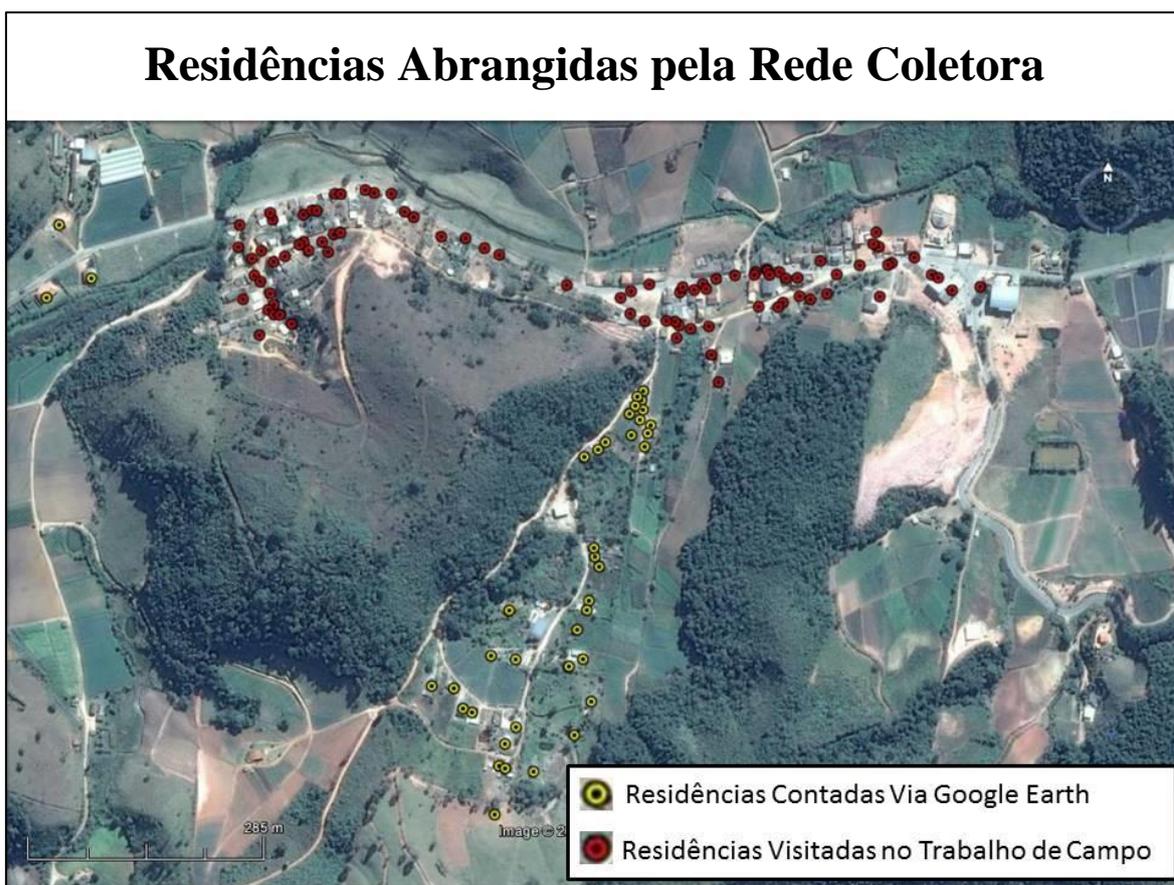


Figura 9: Abrangência da rede coletora de esgotos. (Fonte: Steffan Böttgers - Tilia)



**Figura 10: Residências visitadas X Residências contadas via Google Earth.**

## 2.6. Método de Projeção Populacional

Projetar a população da comunidade implica em encarar o desafio de não possuir dados anteriores de população para esta comunidade específica. Mesmo quando pensamos em recortes geográficos maiores como o distrito, por exemplo, não dispomos de dados suficientes para modelar o crescimento populacional de forma mais precisa.

Os dados disponíveis para este estudo populacional são os dos censos IBGE de 2000 e de 2010, que são apresentados ao público como dados agregados por setor censitário. Tais dados deram origem à projeção populacional realizada para Barracão dos Mendes.

Como possuímos dados de dois censos apenas, o método utilizado será o da projeção aritmética, sugerido por Von Sperling (2005, *apud* QASIM, 1985). Nesse método, utiliza-se uma taxa de crescimento constante, gerando um modelo de variação linear da população. Para a aplicação do modelo é necessário conhecer a população inicial em certo ano, a taxa de crescimento anual, e determinar o ano para o qual se quer fazer a projeção, estas variáveis se relacionam segundo a Equação 1.

$$P_t = P_0 + K_a \cdot (t - t_0) \quad \text{(Equação 1)}$$

Onde:

$P_0$  é a população no ano  $t_0$ .

$K_a$  é a taxa de crescimento anual.

$t$  é o ano para o qual se projetará a população  $P_t$ .

Já existem dados suficientes para estimar a população inicial da comunidade de Barracão dos Mendes, ou seja, o  $P_0$ . Essa população representa o ano de 2014, por tanto, esse será o valor de  $t_0$ . Os valores de  $t$  serão escolhidos para um horizonte de até 20 anos a partir de agora, ou seja, até 2034. Nos falta o valor da taxa de crescimento anual  $K_a$  que, segundo Von Sperling (2005), pode ser encontrada pela Equação 2.

$$K_a = \frac{P_1 - P_0}{t_1 - t_0} \quad \text{(Equação 2)}$$

Onde:

$K_a$  é a taxa de crescimento anual.

$P_1$  é a população no ano  $t_1$

$P_0$  é a população inicial no ano  $t_0$

Este estudo não encontrou dados populacionais anteriores que fossem inequivocamente específicos para a área foco deste projeto, será necessário calcular  $K_a$  a partir de populações de recortes geográficos maiores, e então aplicar esse valor para estimar o crescimento da população da comunidade. Quatro recortes geográficos foram escolhidos:

- Setores censitários rurais do distrito de Campo do Coelho;
- Todos os setores censitários do distrito de Campo do Coelho;
- Setores censitários rurais do município de Nova Friburgo;
- Todos os setores censitários do município de Nova Friburgo.

Os cenários estudados serão criados com os valores de crescimento populacional máximo e mínimo encontrados para os recortes geográficos escolhidos.

Ao analisar a Equação 2 é possível perceber que o valor de  $K_a$  será dado em habitantes por ano, ou seja, quantos habitantes a mais ou a menos determinada população terá depois de transcorrido um ano. Devido a este fato, o valor de  $K_a$  será diferente para populações de tamanhos diferentes, ainda que essas tenham crescido nas mesmas proporções.

Para transportarmos o crescimento populacional sofrido pelos recortes geográficos para a população específica da comunidade, será preciso utilizar uma taxa de crescimento percentual anual, o que significa supor a taxa de crescimento anual como mostrado na Equação 3.

$$K_a = K_p \cdot P_0 \quad \text{(Equação 3)}$$

Onde:

$K_a$  é a taxa de crescimento anual da população em hab/ano.

$K_p$  é a taxa de crescimento percentual anual em ano<sup>-1</sup>.

$P_0$  é a população inicial em hab.

A taxa  $K_p$  é o percentual de crescimento anual, em formato decimal. Ao isolar essa variável, tem-se a Equação 4.

$$K_p = \frac{K_a}{P_0} \quad \text{(Equação 4)}$$

Para utilizar os crescimentos percentuais encontrados, deve-se multiplica-los pela população inicial da comunidade e assim encontrar a taxa de crescimento populacional da comunidade central de Barracão dos Mendes, segundo o crescimento dos recortes geográficos escolhidos, como pode ser observado na Equação 5.

$$K'_a = K_p \cdot P_{0C} \quad \text{(Equação 5)}$$

Onde:

$K'_a$  é a taxa de crescimento da comunidade estudada em hab/ano

$K_p$  é a taxa de crescimento percentual encontrado para os recortes espaciais em dia<sup>-1</sup>.

$P_{0C}$  é a população inicial da comunidade central em hab.

Os valores de  $K'_a$  podem então ser usados no lugar de  $K_a$ , na Equação 1 proposta por Von Sperling (2005).

É necessário citar que outro estudo populacional foi desenvolvido recentemente na comunidade como parte da tese de mestrado da pesquisadora mexicana em ciências ambientais, Ollin C. Segovia Sánchez (SÁNCHEZ, 2014), também por intermédio do INTECRAL. Os resultados encontrados tratavam da população do “*cluster*” de Barracão dos Mendes. Por “*cluster*” podemos entender que se trata de uma região com maior densidade de casas, ou seja, supostamente a mesma população estudada por este trabalho. A população atual e a população futura encontradas por Sánchez (2014) também serão utilizadas para o cálculo das vazões de esgoto, se configurando como mais um cenário estudado neste trabalho.

## 2.7. Estimativa do Consumo de Água (*Quota Per Capita*)

No questionário, além do número de habitantes, havia duas outras questões relativas ao consumo de água: Qual o volume dos reservatórios de água da residência; e quantas vezes esses reservatórios precisam ser cheios semanalmente. De posse desses dois dados é possível estimar o consumo residencial semanal de água a partir da multiplicação dos valores. O consumo residencial diário será um sétimo do consumo residencial semanal. A *quota per capita* equivale ao somatório do consumo residencial diário dividido pelo somatório do número de habitantes de todas as residências. A Equação 6, Equação 7 e Equação 8 mostram uma expressão matemática deste raciocínio.

$$C_{RS} = V \cdot n \quad \text{(Equação 6)}$$

$$C_{RD} = \frac{C_{RS}}{7} \quad \text{(Equação 7)}$$

$$Q_{PC} = \frac{\sum C_{RD}}{\sum N_H} \quad \text{(Equação 8)}$$

Onde:

$V$  é volume dos reservatórios de água

$n$  é vezes que os reservatórios precisam ser cheios semanalmente

$C_{RS}$  é consumo residencial semanal de água

$C_D$  é consumo residencial diário

$Q_{PC}$  é *quota per capita*

$N_H$  é número de habitantes

## 2.8. Estimativa da Vazão Média de Esgotos

Para estimar a vazão de esgotos é necessário possuir o coeficiente de retorno da comunidade, que é a razão entre a água que retorna como esgoto e a água consumida. O engenheiro Marcos Von Sperling (2005) nos lembra de que esses valores podem variar de 40% a 100%. Também de sua obra temos a Equação 9 e a Equação 10 que mostram o cálculo da vazão média horária afluyente (L/s) e vazão média diária afluyente em m<sup>3</sup>/dia, respectivamente.

$$Q_{MH} = \frac{P_{op} \cdot Q_{PC} \cdot R}{86400} \quad \text{(Equação 9)}$$

$$Q_{MD} = \frac{P_{op} \cdot Q_{PC} \cdot R}{1000} \quad \text{(Equação 10)}$$

Onde:

$Q_{MH}$  é a estimativa da vazão média de esgotos produzidos pela população em L/s.

$Q_{MD}$  é a estimativa da vazão média de esgotos produzidos pela população em m<sup>3</sup>/dia.

$P_{op}$  é a população.

$Q_{PC}$  é a *quota per capita*.

$R$  é o coeficiente de retorno.

## 2.9. Estimativa das Variações Diárias e Horárias das Vazões de Esgoto

Ao longo das horas do dia e dos dias do ano existe variação no consumo de água. Tais variações podem ser referentes a dias de maior consumo, como nos dias de verão, ou variações de vazões ao longo do dia com vazões de consumo máximas em horas de muito consumo, como quando boa parte da população está se preparando para ir trabalhar, e também com vazões mínimas, em horas de baixo consumo, como de madrugada. O mesmo ocorre com as vazões de esgoto devido à relação direta com o consumo de água. A rede coletora e a ETE devem estar preparadas para absorver essas variações sem que extrapolem suas capacidades ou percam eficiência de tratamento. Esse é o motivo pelo qual é necessário estimar as referidas variações. Tal estimativa é feita a partir de

coeficientes que são multiplicados pela vazão média. O coeficiente  $k_1$  se refere ao dia de maior consumo, o coeficiente  $k_2$  se refere à hora de maior consumo e o coeficiente  $k_3$  se refere à hora de menor consumo.

Inexistindo estudo específico, como no caso de Barracão dos Mendes, serão adotados os coeficientes preconizados pela NBR 9649/86.

Esses coeficientes devem ser multiplicados pela vazão média de esgoto encontrada pela metodologia descrita anteriormente.

Azevedo Netto (2012) nos lembra de que o coeficiente de reforço, usado para determinar a vazão máxima horária, será dado pelo produto de  $k_1$  por  $k_2$ , considerando assim o maior pico de vazão no dia de maior consumo.

### **3. Resultados**

#### **3.1. Revisão das Leis e Normas Vigentes**

Embora nem todas as leis e normas deste neste item sejam utilizadas diretamente para este trabalho, é importante que um trabalho na área de saneamento não se distancie de outras áreas afins, como a qualidade das águas, o enquadramento e a dominialidade dos rios e etc., o que permite ao tomador de decisão se manter atento às diversas outras temáticas que permeiam o tema central deste trabalho.

##### **3.1.1. LEI Nº 11.445/2007.**

“Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências”.

Em seu artigo 48º, inciso VII, esta lei garante o saneamento adequado das populações rurais, observando soluções compatíveis com as peculiaridades locais.

##### **3.1.2. CONAMA 357/2005**

“Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências”.

Em seu artigo 4º esta resolução enquadra as águas doces superficiais em 5 classes, de acordo com parâmetros de qualidade exigíveis para seus usos preponderantes. As classes para águas superficiais são:

- Classe especial (mais restritiva);
- Classe 1;
- Classe 2;
- Classe 3;
- Classe 4 (menos restritiva).

Segundo seu artigo 42º, enquanto não forem aprovados os enquadramentos dos recursos hídricos superficiais de uma bacia, considerar-se-á Classe 2 para o enquadramento, entretanto, a irrigação de hortaliças é citada como uso preponderante da Classe 1.

Para as Classes 1 e 2, a resolução determina, entre outros, os parâmetros elencados na Tabela 1.

**Tabela 1: Alguns parâmetros para o enquadramento nas Classes 1 e 2 de água doce (extraído da CONAMA 357/2005.).**

<b>Enquadramento</b>	<b>Parâmetro</b>	<b>Valor</b>
<b>Classe 1</b>	pH	De 6 a 9
	Máximo de Coliformes Termotolerantes	200 coliformes/100 mL
	Máxima DBO <sub>5,20</sub>	3 mg/L
	Mínimo OD	6 mg/L
	Nitrato	10 mg/L
	Nitrito	1 mg/L
<b>Classe 2</b>	pH	De 6 a 9
	Coliformes Termotolerantes	1000 coliformes/100mL
	Máxima DBO <sub>5,20</sub>	5 mg/L
	OD	5 mg/L
	Fósforo Total	0,05 mg/L

### 3.1.3. CONAMA 430/2011

“Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA”.

Alguns parâmetros de maior importância podem ser vistos na Tabela 2. Devemos lembrar que esta resolução é de extrema importância no tocante ao saneamento, e que possui muitos outros parâmetros, devendo ser integralmente estudada.

**Tabela 2: Alguns parâmetros para o lançamento de efluentes em corpos hídricos receptores (extraído da CONAMA 430/2011).**

Parâmetro	Valor	Observações
pH	entre 5 e 9	--
Máxima DBO <sub>5,20</sub>	120 mg/L	Esse limite poderá ser ultrapassado para efluentes de sistema de tratamento, observada a eficiência mínima.
Eficiência Mínima na Remoção de DBO <sub>5,20</sub>	60 %	Em relação ao esgoto bruto.
Material Sedimentável	1 mL/L	--
Óleos e Graxas	100 mg/L	Caso o órgão ambiental exija os padrões constantes na Seção II desta resolução, utilizar os limites para óleos minerais, óleos vegetais e gorduras animais.
Óleos Minerais	20 mg/L	Seção II desta resolução
Óleos Vegetais e Gorduras Animais	50 mg/L	Seção II desta resolução

### 3.1.4. DNAEE Portaria nº 707/1994 e suas alterações

“Esta Norma tem por objetivo, estabelecer os critérios adotados pelo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE para a classificação dos cursos d'água brasileiros quanto ao domínio, tendo em vista as atribuições regimentais do DNAEE, no campo dos recursos hídricos, conferidas pela Portaria MME n. 65, de 11 de fevereiro de 1993, publicada no "Diário Oficial" da União em 12 de fevereiro de 1993”.

Para o rio que corta a MBH de Barracão dos Mendes, assim como para toda a bacia do Rio Dois Rios, esta portaria define que os corpos hídricos serão de domínio do estado, pois, não são delimitadores de fronteiras interestaduais ou internacionais e nem as cruzam. Todos os rios desta bacia, desde a nascente até a foz, estão em território fluminense e pertencem ao estado do Rio de Janeiro excetuando-se, talvez, os reservatórios d'água em seus cursos que possam ser de domínio da União.

### 3.1.5. INEA DZ-215.R-4/2007

“Estabelecer exigências de controle de poluição das águas que resultem na redução de carga orgânica biodegradável de origem sanitária, como parte integrante do Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras – SLAP”.

Esta DZ determina a eficiência mínima de remoção (%) e a carga máxima de DBO (mg/L) para o lançamento de efluentes tratados em corpos receptores, como mostram as tabelas, entre outras providências relativas à outorga de lançamentos.

**Tabela 3: Eficiência mínima na remoção de DBO (extraído da INEA DZ-215.R-4/2007).**

Carga Orgânica Bruta (C) (kg DBO/dia)	Eficiência Mínima na Remoção de DBO (%)
$C \leq 5$	30
$5 < C \leq 25$	60
$25 < C \leq 80$	80
$C > 80$	85

**Tabela 4: Carga máxima de DBO Para Residências de Padrão Médio/Interior (extraído da INEA DZ-215.R-4/2007).**

Carga Orgânica Bruta (C) (kg DBO/dia)	Carga Máxima de DBO Para Residências de Padrão Médio/Interior (mg/L)
$C \leq 5$	210
$5 < C \leq 25$	110
$25 < C \leq 80$	60
$C > 80$	40

### 3.1.6. ABNT NBR 9649/1986

“Esta Norma fixa as condições exigíveis na elaboração de projeto hidráulico-sanitário de redes coletoras de esgoto sanitário, funcionando em lâmina livre, observada a regulamentação específica das entidades responsáveis pelo planejamento e desenvolvimento do sistema de esgoto sanitário”.

Em seu Anexo, a NBR 9649/86 define que, inexistindo estudo específico, deve-se adotar um coeficiente de retorno de 0,8. Isso significa considerar que 80% da água consumida retornarão como esgoto a ser tratado.

Os coeficientes de máxima vazão diária, de máxima vazão horária, e de mínima vazão horária ( $k_1$ ,  $k_2$  e  $k_3$ ) também são sugeridos, caso inexistir estudo específico. Esses coeficientes determinam os picos esperados de vazão máxima e mínima, os quais a rede coletora e a ETE deverão ser capazes de conduzir e tratar.

Segundo essa norma, considerar-se-á:

- O coeficiente de máxima vazão diária ( $k_1 = 1,2$ ). O que indica que no dia de maior consumo de água do ano a vazão consumida pode chegar a ser 20% maior do que a vazão média diária.
- O coeficiente de máxima vazão horária ( $k_2 = 1,5$ ). O que mostra que durante as variações sofridas pela vazão horária de água (ou esgoto) ao longo de um dia qualquer terá picos de consumo podem atingir máximos até 50% superiores à vazão média horária.
- O coeficiente de mínima vazão horária ( $k_3 = 0,5$ ). O que define que nos horários de menor consumo ao longo de um dia, as vazões mínimas podem chegar a ser metade da vazão média horária.

### **3.1.7. ABNT NBR 9648/1986**

“Esta Norma fixa as condições exigíveis no estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário do tipo separador, com amplitude suficiente para permitir o desenvolvimento do projeto de todas ou qualquer das partes que o constituem, observada a regulamentação específica das entidades responsáveis pelo planejamento e desenvolvimento do sistema de esgoto sanitário”.

### **3.1.8. ABNT NBR 12209/1992**

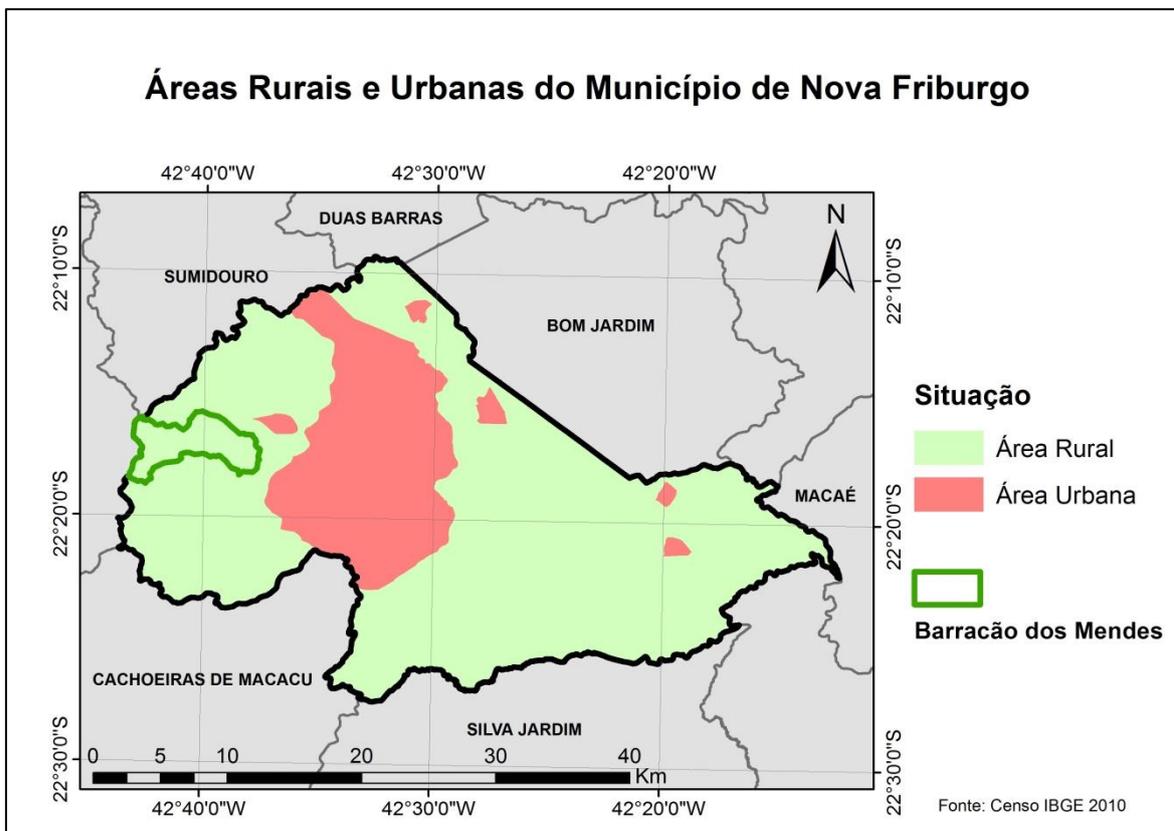
“Esta Norma fixa as condições exigíveis para a elaboração de projeto hidráulico-sanitário de estações de tratamento de esgoto sanitário (ETE), observada a regulamentação específica das entidades responsáveis pelo planejamento e desenvolvimento do sistema de esgoto sanitário”.

## **3.2. Resultados Baseados no Censo IBGE 2010**

É preciso evidenciar quais variáveis permaneceram no shapefile gerado com os dados do censo. O ANEXO II mostra a tabela com as variáveis mantidas no arquivo, bem como as os atributos criados pelo autor, suas origens e suas definições.

Com o shapefile contendo os dados do censo IBGE 2010 diversos mapas de inúmeras temáticas foram elaborados. Primeiramente, foi gerado um mapa com a delimitação das áreas rurais e urbanas do município (Figura 11), evidenciando a MBH de Barracão dos Mendes inteiramente contida em área rural.

Também foi possível quantificar as áreas rurais e urbanas. Nova Friburgo possui 728,6 km<sup>2</sup> de área rural e 205,6 km<sup>2</sup> de área urbana, totalizando 934,2 km<sup>2</sup>, segundo os cálculos do ArcGIS 10.1 sobre o shapefile de setores censitários do IBGE, no sistema de projeções cartográficas “South American Datum 1969 UTM 23K” (SAD69\_UTM23K).



**Figura 11: Áreas Rurais e Urbanas de Nova Friburgo.**

Com relação ao abastecimento de água, apenas as regiões urbanas são eficientemente servidas por rede geral. Isso pode ser mais bem observado no mapa da Figura 12. Por outro lado, como podemos ver na Figura 13, a região rural do município é extremamente dependente de poços e nascentes. Como neste tipo de abastecimento a água é consumida com pouco ou nenhum tratamento prévio, esta população está exposta ao risco em caso de contaminação dos recursos hídricos.

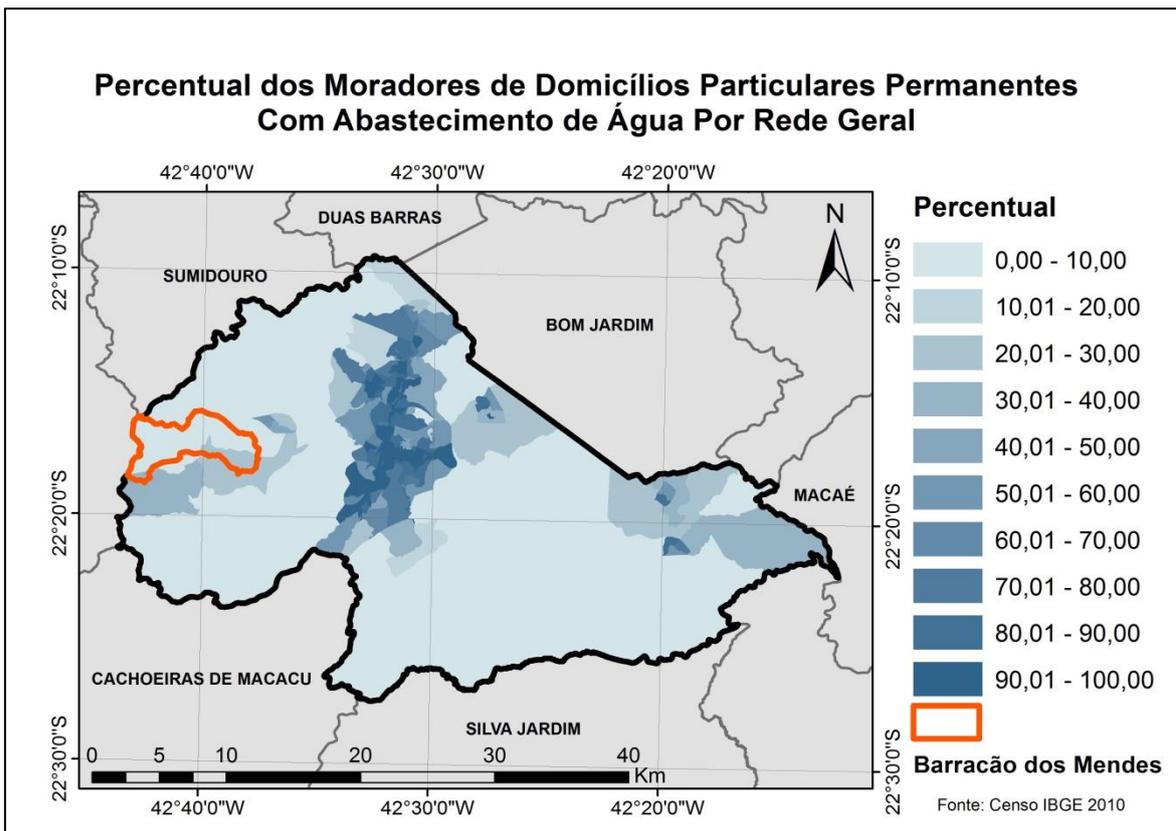


Figura 12: Moradores abastecidos por rede geral de distribuição de água.

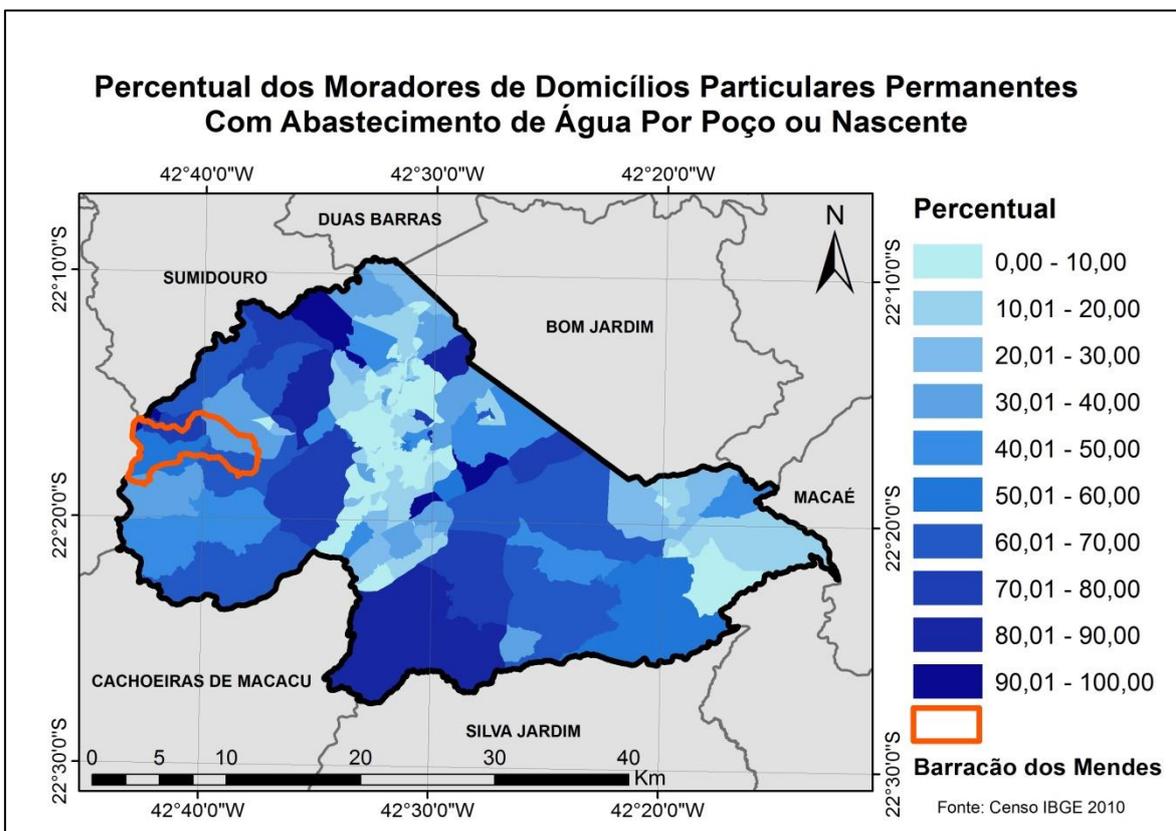
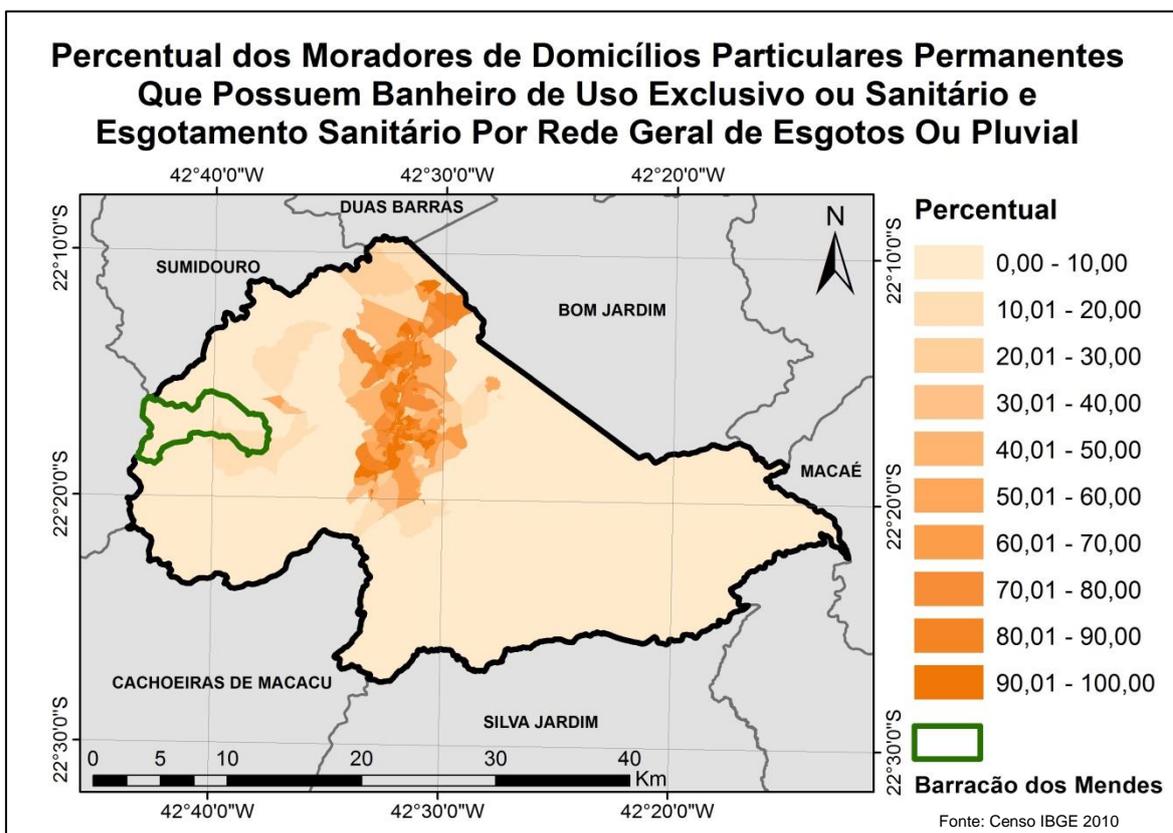


Figura 13: Moradores abastecidos com água de poços e nascentes.

No tocante ao saneamento, a disparidade de acesso à rede geral entre os moradores das áreas urbanas e rurais é ainda maior do que no abastecimento de água, como pode ser observado no mapa da Figura 14. Isso é de fato o que se esperava, pois, a dispersão dos moradores de áreas rurais quase sempre inviabiliza a construção de uma rede de esgotamento sanitário. Nesses casos, o tratamento mais adequado para os efluentes domésticos é a fossa séptica, cujo percentual de moradores atendidos pode ser visto na Figura 15. A MBH foco deste projeto inclui-se em uma área do município que é mal atendida pelos dois tipos de esgotamento sanitário supracitados e onde predomina a utilização das fossas rudimentares, como mostra a Figura 16.



**Figura 14: Moradores de domicílios particulares permanentes com esgotamento por rede geral de esgotos ou pluvial.**

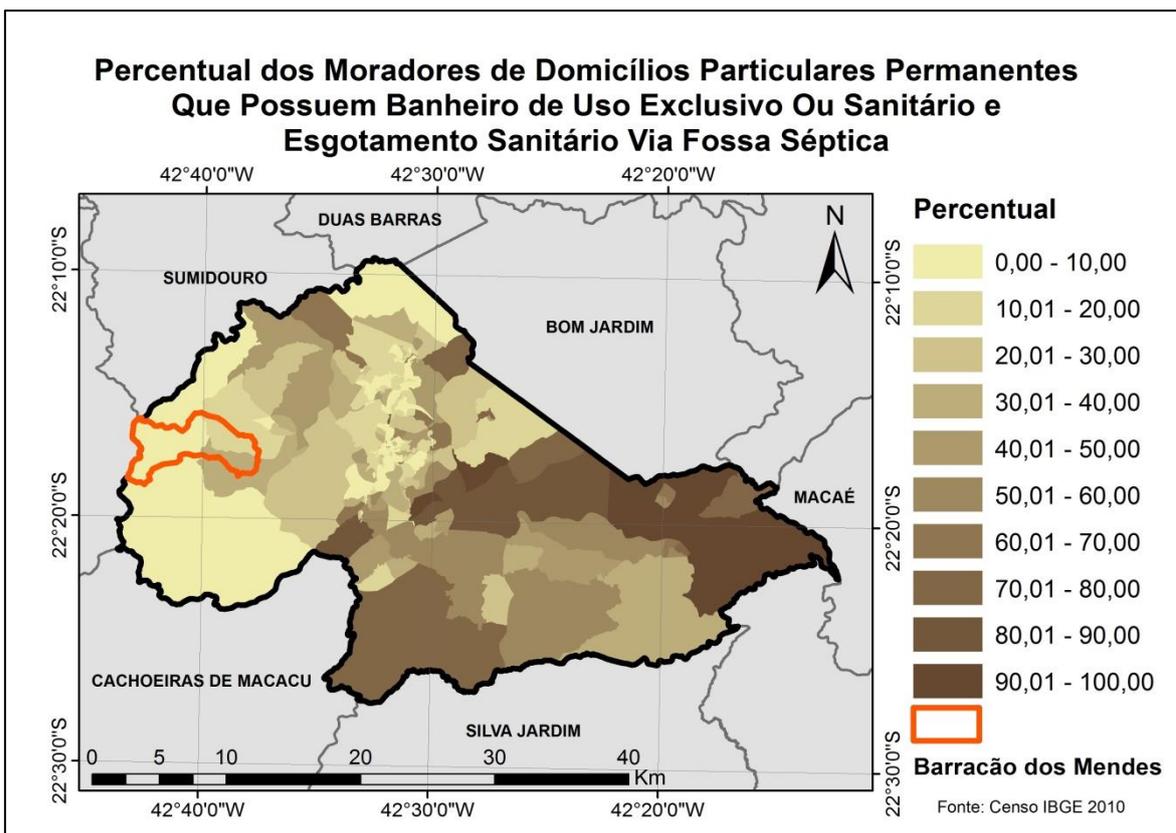


Figura 15: Moradores de domicílios particulares permanentes com esgotamento por fossa séptica.

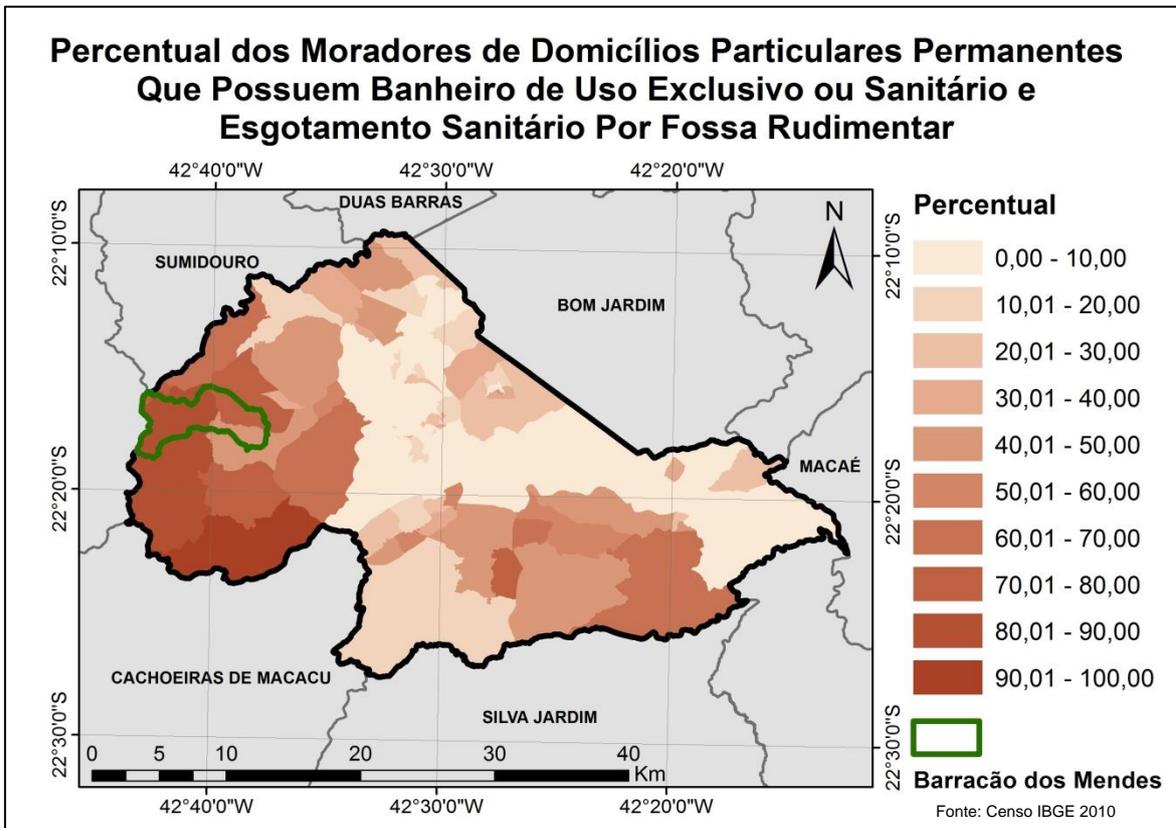


Figura 16: Moradores de domicílios particulares permanentes com esgotamento por fossa rudimentar.

### 3.3. Dados do Levantamento de Campo

Antes mesmo que se analise os dados levantados pelo questionário, é importante comentar algumas observações advindas da experiência de conversar com boa parte da comunidade sobre temas diversos, com focos em recursos hídricos, saneamento e meio ambiente.

Um relato constante da população foi o evento trágico ocorrido em janeiro de 2011, onde após um período com grande quantidade de chuva, muitas encostas desabaram destruindo parte das cidades serranas e ceifando diversas vidas. Segundo relatos dos moradores de Barracão dos Mendes, na noite da tragédia, um deslizamento represou o pequeno rio que cruza o local, impedindo a passagem da água e da lama proveniente de outros deslizamentos a montante. Devido a isto, o povoado foi inundado de lama e destroços, destruindo residências e gerando perda de vidas.

Com relação ao levantamento que estava sendo realizado, um dos grandes receios da população era de que o estudo fosse para instituir a cobrança pela água, ou seja, muitos temiam que o levantamento estivesse sendo feito para instalar uma rede de abastecimento de água, o que os obrigaria a pagar pelo volume de água consumido. Mesmo sendo uma observação não fundamentada em dados quantitativos, esta adquire relevância devido à relação existente entre a distribuição de água e a coleta de esgotos. Como este levantamento objetivava especificamente o esgotamento sanitário, a recepção dos moradores aos técnicos que aplicavam os questionários se mostrou mais amigável.

Outra observação a ser feita sobre esta comunidade diz respeito à organização dos atores locais. Durante essa incursão à comunidade foi possível participar de duas reuniões comunitárias: uma do COGEM e outra de uma das associações de produtores locais. Em ambas houve a franca participação popular e a apresentação de propostas e ideias para a melhoria das condições de vida e de produção. Isso demonstra que essa comunidade está aberta ao debate e à possibilidade de receber novas soluções para seus problemas e também está suficientemente organizada para isto.

Relativo às informações coletadas na visita de campo, estas foram dispostas em forma tabular no Excel e deram origem a um shapefile. A Tabela 5 mostra o conteúdo da tabela de atributos do shapefile gerado com os dados do levantamento elaborado em Barracão dos Mendes.

**Tabela 5: Atributos do shapefile gerado com dados do levantamento de campo.**

<b>Atributo</b>	<b>Descrição</b>
<b>FID</b>	Presente em todos os shapefiles
<b>Shape *</b>	Presente em todos os shapefiles
<b>QUEST_RESP</b>	Se o questionário foi respondido (Sim ou Não)
<b>NUM_PESSOA</b>	Número de habitantes da(s) residência(S)
<b>ABAST_AGUA</b>	Tipo de abastecimento de água
<b>VOL_CX_AGU</b>	Volume dos reservatórios de água
<b>NUM_ENCH_S</b>	Número de enchimentos semanais dos reservatórios
<b>QUALID_AGU</b>	Percepção do morador sobre a qualidade da água consumida
<b>OBS_AGUA</b>	Outras observações sobre a água
<b>DOENCAS_V_</b>	Relatos sobre doenças de veiculação hídrica
<b>CX_GORDURA</b>	Se a residência possui caixa de gordura (sim, não ou 0 para ausência de dado)
<b>SUMIDOURO</b>	Se a residência possui sumidouro (sim, não ou 0 para ausência de dado)
<b>FOSSA</b>	Se a residência possui fossa séptica (sim, não ou 0 para ausência de dado)
<b>FILTRO</b>	Se a residência possui filtro para efluentes da fossa (sim, não ou 0 para ausência de dado)
<b>OBS_ESGOTO</b>	Outras observações sobre o esgoto
<b>DESEJA_TRA</b>	Se o morador deseja o sistema de tratamento (sim, não ou 0 para ausência de dado)
<b>CULTURA</b>	Tipo de cultivo da propriedade
<b>NOME_PESSO</b>	Nome do entrevistado
<b>OBS_GERAIS</b>	Outras observações dos entrevistados ou dos técnicos
<b>Tipo_de_Da</b>	Classifica a construção quanto ao uso (residencial, bar, padaria, etc.)
<b>Elevation</b>	Elevação coletada pelo GPS
<b>Descriptio</b>	Data e hora da coleta do dado de GPS
<b>Position</b>	latitude e longitude coletadas pelo GPS
<b>NUM_PTO</b>	Número do ponto coletado no GPS

### **3.4. Residências e Estabelecimentos da Comunidade Central de Barracão dos Mendes.**

Dos 109 pontos visitados dentro da comunidade central de Barracão dos Mendes, 97 eram residências, ainda que em três delas houvesse um bar em anexo. Os outros 12 pontos visitados incluíam 4 igrejas, um posto de combustível, uma padaria, uma farmácia, uma loja, um mercado, um bar e outros dois pontos comerciais fora de funcionamento. A Tabela 6 mostra estes dados e a Figura 17 mostra a organização da comunidade segundo os tipos de construção encontrados. Na Tabela 6 as residências anexas a bares foram consideradas apenas como residências, já no mapa da Figura 17 estas residências foram representadas apenas como bares, os outros estabelecimentos comerciais foram agrupados em uma única classe, com exceção do posto de combustível.

Tabela 6: Tipos de construção encontrados na comunidade foco.

Tipo de Construção	Quantidade
Residências	97
Igrejas	4
Posto de Combustível	1
Padaria	1
Farmácia	1
Loja	1
Mercado	1
Bar	1
Comercial Fora de Funcionamento	2

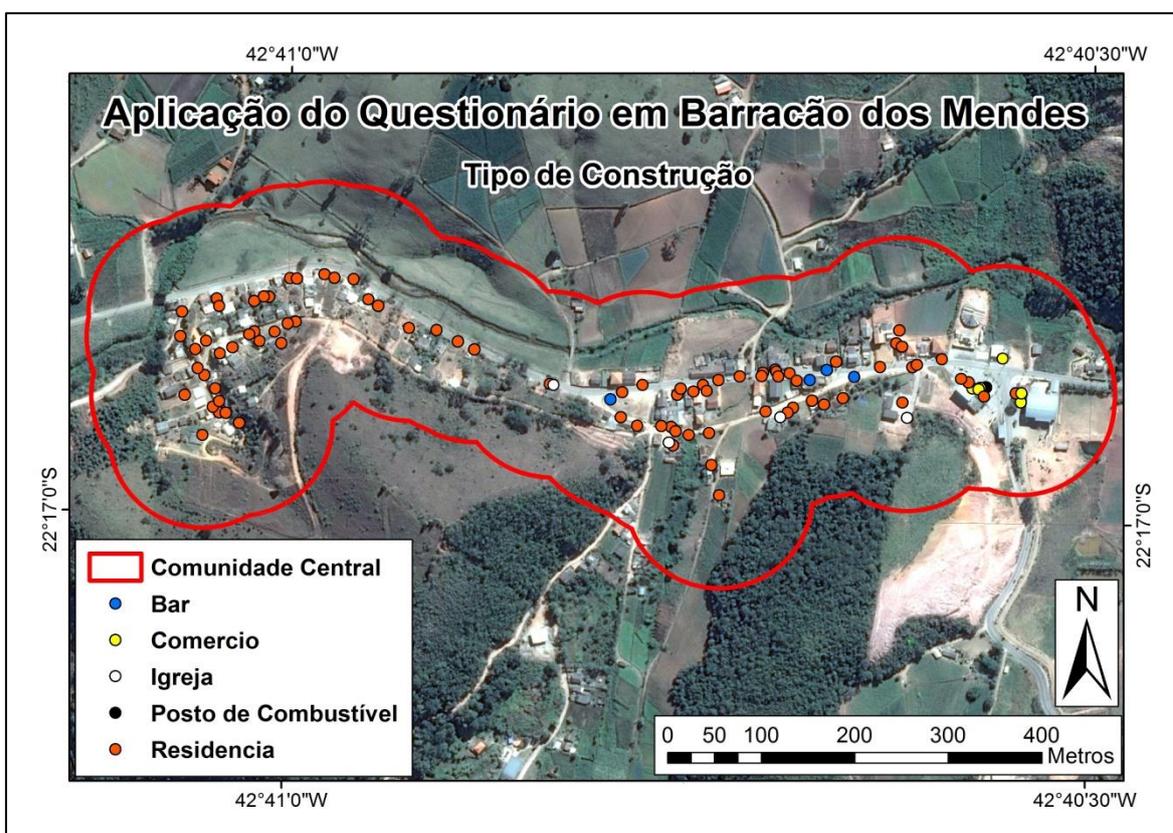


Figura 17: Tipos de construções encontradas na comunidade de Barracão dos Mendes.

### 3.5. Observações da Comunidade

Com relação à percepção dos moradores sobre a qualidade da água, 81,2% dos entrevistados consideraram a qualidade da água boa, 4,3% consideraram a água regular e 14,5% consideraram a água ruim. Mesmo assim, houve vinte e sete observações sobre a água, o mais frequente deles dizia respeito à piora da qualidade em tempos chuvosos. Outros relatos incluíam a presença de lavouras com agrotóxicos ao redor de nascentes, água de cor escura, mau cheiro e etc.

Houve apenas nove relatos de doenças de veiculação hídrica. Estes incluíam febre, diarreia e vômito. O caso mais consistente foi contado pela agente de saúde local, que relatou 60 casos de diarreia no ano de 2008.

O esgoto recebeu onze observações, entre elas, problemas com odor de esgoto, esgotos sendo lançados diretamente no rio, fossas que transbordam e um caso de vazamento de esgotos que invadiu o terreno vizinho.

A resposta “Sim” foi unânime entre os moradores quando perguntados sobre se desejavam a instalação de um sistema de coleta e tratamento de esgotos.

Nesse pequeno núcleo adensado, apenas onze das residências dentre as que responderam o questionário possuíam algum cultivo. O predomínio é de cultivos variados, pois muitos são para consumo próprio. Foram relatados de forma mais específica pequenas lavouras de tomate, feijão e pimentão.

A Figura 18 e a Figura 19 mostram fotografias tiradas no local.



**Figura 18: Esgoto sendo despejado diretamente no sistema de águas pluviais.**



**Figura 19:** a) Comunidade de Barracão dos Mendes. (Foto tirada em direção ao Leste) b) Poça de esgoto as margens do rio. c) Rio com água escura. d) Água sendo bombeada diretamente para irrigação.

### 3.6. O Abastecimento de Água da Comunidade

Não há abastecimento público de água na comunidade, dessa forma, as fontes de água encontradas nas residências foram nascentes e poços, com apenas um caso de utilização conjunta de água da chuva e de nascente (que foi considerado apenas como “nascente”), e outro caso que não soube responder. Um resumo da quantidade de residências e de habitantes por tipo de abastecimento de água pode ser visto na Tabela 7, e sua distribuição geográfica pode ser vista na Figura 20.

Tabela 7: Abastecimento de água da comunidade.

Tipo de Abastecimento	População	Percentual em Relação à Amostra	Residências	Percentual em Relação à Amostra
Nascente	201	77,9%	50	74,6%
Poço	38	14,7%	12	17,9%
Nascente e Poço	16	6,2%	4	6,0%
Não Respondeu	3	1,2%	1	1,5%
<b>Total Amostrado</b>	<b>258</b>	<b>---</b>	<b>67</b>	<b>---</b>

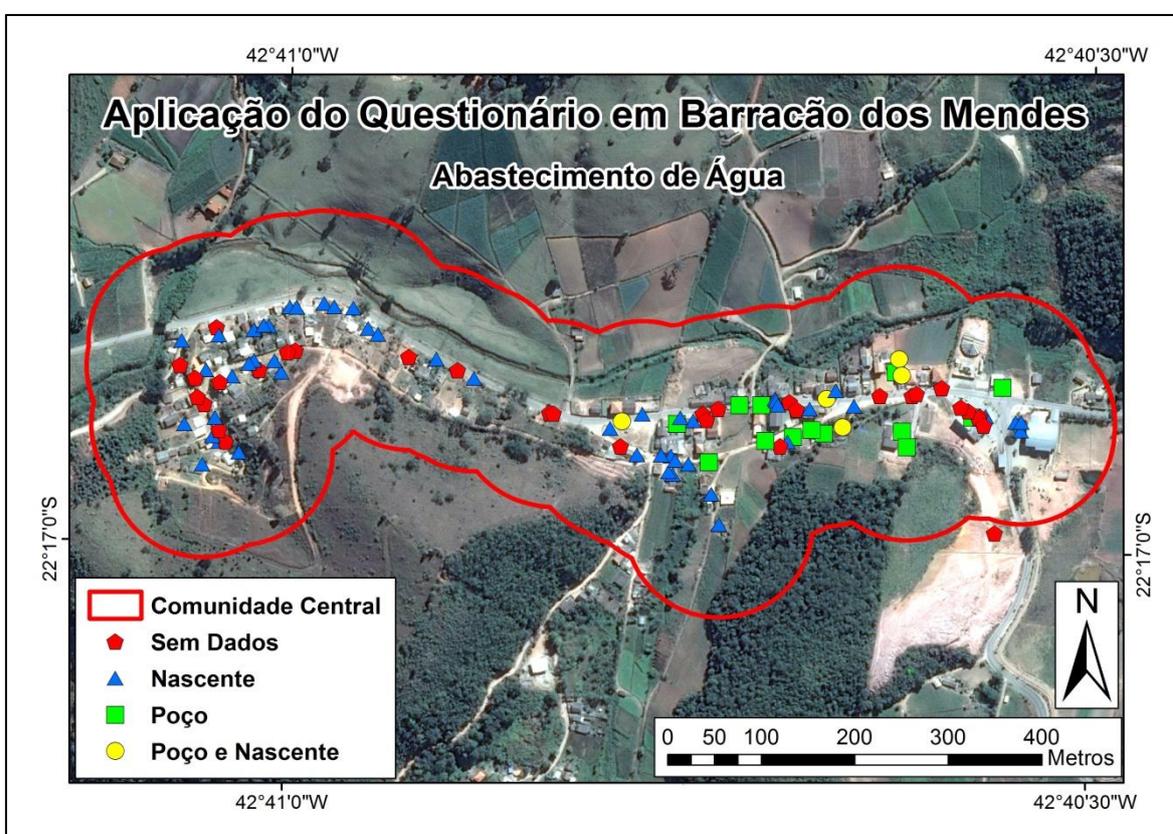


Figura 20: Abastecimento de água da comunidade (o domicílio que não respondeu, as casas em construção e os ausentes foram representados como “Sem Dados”).

### 3.7. O Estado Atual do Esgotamento Sanitário

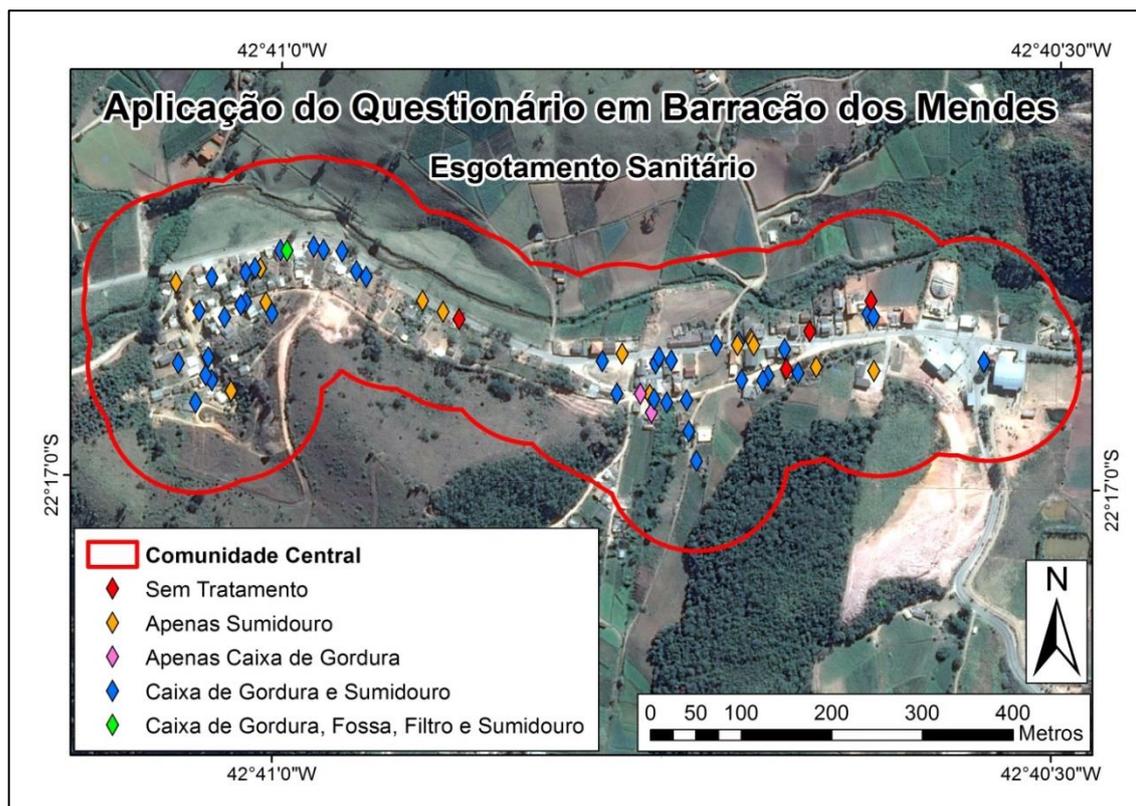
Durante a pesquisa, quando perguntados sobre o destino dos esgotos domésticos, a maioria dos moradores respondia que destinava seus efluentes a uma “fossa”. Entretanto, quando questionados sobre como era essa “fossa”, a resposta era quase sempre a mesma: um buraco no chão, com uma saída de ventilação, onde o esgoto era lançado para infiltrar. Esta não é a definição de uma fossa séptica, mas de um sumidouro. Aliado ao sumidouro, em diversas residências, a presença de uma caixa de gordura foi relatada.

A Tabela 8 mostra os resultados do questionário para os tipos de disposição de efluentes encontrados em Barracão dos Mendes nas 67 residências que responderam o questionário. A Figura 21 mostra a distribuição geográfica dos tipos de esgotamentos sanitários encontrados.

**Tabela 8: Porcentagem de Residências por tipo de esgotamento sanitário.**

Caixa de Gordura	Fossa e Filtro	Sumidouro	Número de Residências	Percentual da Amostra
<b>Sim</b>	Sim	Sim	1	1,49%
		Não	0	0,00%
	Não	Sim	44	65,67%
		Não	2	2,99%
<b>Não</b>	Sim	Sim	0	0,00%
		Não	0	0,00%
	Não	Sim	14	20,90%
		Não	4	5,97%
<b>Não Responderam</b>			2	2,99%

Em apenas uma das 67 residências amostrais foi encontrado um sistema de tratamento adequado, com caixa de gordura, fossa, filtro e sumidouro, o que corresponde a 1,49% da amostra. Na maioria das residências (65,67%) os efluentes são lançados diretamente no solo, sendo que as águas provenientes da cozinha passam antes por uma caixa de gordura. Em 14 domicílios (20,90%) da amostra, o destino é o sumidouro sem a caixa de gordura. Nas quatro residências que declararam não possuir nenhum sistema de disposição de efluentes (5,97%), o esgoto é despejado diretamente no rio ou em vala a céu aberto.



**Figura 21: Esgotamento sanitário da comunidade.**

Este quadro levanta a hipótese de que as águas do rio e as do lençol freático possam estar sendo continuamente contaminadas por dejetos humanos. Esses números são ainda mais preocupantes se lembrarmos de que aproximadamente 23% dos domicílios que responderam ao questionário declararam ter um poço como uma das fontes de água, sendo que em aproximadamente 16% o poço é a única fonte de água.

Com relação às lavouras, muitas são irrigadas com água bombeada diretamente do rio. Como essa é uma região produtora de hortícolas, vegetais que podem ser consumidos crus, existe a possibilidade de contaminação por meio da alimentação, e esse risco se estende para além das fronteiras da MBH, até o mercado consumidor, na região metropolitana do estado.

### 3.8. População Atual

Dos pontos visitados na incursão a campo, 97 eram residências, ainda que em algumas funcionasse conjuntamente um bar. Dessas 97 residências 67 responderam o questionário com dados populacionais, resultando em um total de 258 habitantes. Considerando as 40 casas que foram contadas via Google Earth, existem na comunidade 137 residências. A Tabela 9 mostra os dados e a estimativa da população.

**Tabela 9: Dados da estimativa populacional.**

	Quantidade	Unidade
<b>Residências com Dados Coletados</b>	67	Res
<b>Número de Habitantes</b>	258	hab
<b>Média de Habitantes por Residência</b>	3,85	hab/Res
<b>Total de Residências</b>	137	Res
<b>Estimativa do Total de Habitantes</b>	528	hab

Assim, de acordo com os dados obtidos pelo questionário, o total de habitantes da comunidade foco é de 528, e esse valor será utilizado para os próximos cálculos deste trabalho.

### 3.9. Projeção Populacional

A Tabela 10 mostra a população nos censos de 2000 e 2010 para cada recorte geográfico. Também mostra as respectivas taxas de crescimento populacional ( $K_a$ ) e taxas de crescimento percentuais ( $K_p$ ) dos referidos recortes, além das taxas de crescimento populacional da comunidade ( $K'_a$ ) geradas a partir dos dados supracitados.

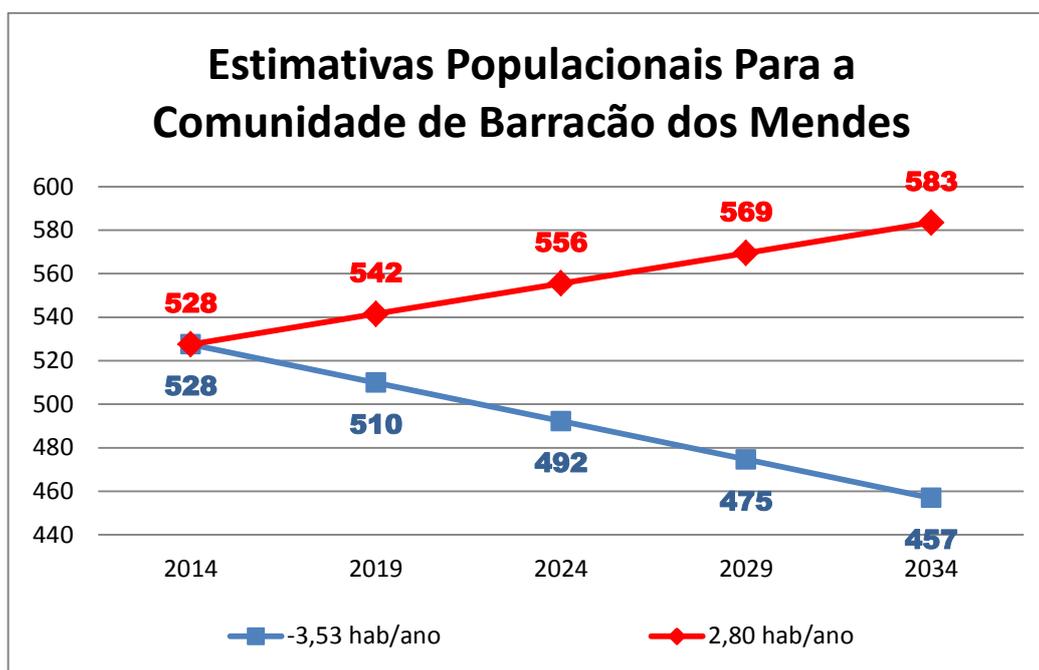
**Tabela 10: Crescimentos populacionais dos recortes espaciais selecionados e respectivas taxas de crescimento (baseado nos dados dos censos IBGE de 2000 e de 2010).**

Ano	População (hab)		Crescimento (% em 10 anos)	$K_a$ (hab/ano)	$K_p$ (%/ano)	$K'_a$ (hab/ano)
	2000	2010				
Área Rural do Distrito de Campo do Coelho	7.773	7.253	-6,69%	-52,00	-0,67%	-3,53
Distrito de Campo do Coelho	9.712	10.067	3,66%	35,50	0,37%	1,93
Área Rural de Nova Friburgo	21.567	22.710	5,30%	114,30	0,53%	2,80
Município de Nova Friburgo	173.418	182.082	5,00%	866,40	0,50%	2,64

Neste ponto do trabalho, deseja-se calcular o valor de uma “população de projeto”, ou seja, a população que será utilizada para fins de cálculos referentes à rede coletora e à ETE. Para este projeto, considerar-se-á que a ETE ainda deverá estar atendendo satisfatoriamente a demanda daqui a 20 anos, e devemos calcular a maior população deste período. Para os recortes espaciais que tiveram crescimentos percentuais positivos essa população encontra-se 20 anos no futuro, por outro lado, o recorte que apresentou variação negativa vive hoje a sua maior população e por isso, caso seja considerado o decréscimo populacional, a população de projeto será a população atual, 528 habitantes. Para os outros recortes geográficos Tabela 11 mostra as estimativas populacionais de acordo com os valores de  $K'_a$  encontrados. O gráfico da Figura 22 mostra a evolução da população segundo os valores máximo e mínimo de  $K'_a$  encontrados.

**Tabela 11: Projeção populacional da comunidade central de Barracão dos Mendes segundo os crescimentos sofridos pelos recortes espaciais escolhidos (as “populações de projeto” dos casos extremos estão evidenciadas).**

Ano	$K'_a$ (hab/ano)			
	-3,53	1,93	2,80	2,64
	População (hab)			
2014	528	528	528	528
2019	510	537	542	541
2024	492	547	556	554
2029	475	556	569	567
2034	457	566	583	580



**Figura 22: Gráfico da variação populacional estimada nos casos extremos.**

Embora outras possibilidades sejam estudadas, segundo os dados levantados pelo autor deste trabalho, o valor de 583 habitantes é a melhor estimativa de população futura da comunidade de Barracão dos Mendes para um horizonte 20 anos, em 2034.

Os estudos de Sánchez (2014) sobre a mesma população resultaram em uma população atual de 927 habitantes e a população em um horizonte de 20 anos de 1022 habitantes. Esses dados serão utilizados como um dos cenários criados por este trabalho para o cálculo das vazões médias de esgoto.

### 3.10. A Quota Per Capita

Com vistas ao consumo d'água, a comunidade se mostrou pouco confiante para descrever em números o volume de água consumido. Das 67 residências que responderam o questionário na comunidade, apenas 14 responderam o questionário com dados suficientes para o cálculo do consumo de água. Dessas 14, em dois casos o valor do consumo foi tão alto, que estes foram desconsiderados e eliminados do cálculo, restando uma amostra de 12 residências.

Esta amostra não confere aos resultados desta estimativa a mesma robustez da estimativa populacional, mas ainda se configura como a melhor possibilidade de se estimar o consumo de água para esta comunidade específica.

A estimativa da *quota per capita* pode ser vista na Tabela 12 (a coluna “Número do Ponto” diz respeito à sequência de pontos marcados com o GPS, esse número identifica cada uma das residências e cada um dos locais visitados).

**Tabela 12: Estimativa da *quota per capita*.**

Número Do Ponto	$N_H$ (hab)	$V$ (L)	$n$	$C_{RS}$ (L/Semana)	$C_{RD}$ (L/Dia)
8	5	1000	3	3000	429
9	5	1000	7	7000	1000
10	4	1000	7	7000	1000
19	3	500	14	7000	1000
59	9	1000	14	14000	2000
64	3	500	14	7000	1000
65	3	500	14	7000	1000
66	3	1000	7	7000	1000
67	7	2000	7	14000	2000
68	3	500	14	7000	1000
76	4	1000	7	7000	1000
77	7	2000	7	14000	2000
<b>Soma</b>	<b>56</b>	---	---	---	<b>14429</b>
<b>Quota Per Capita</b>			<b>258</b>	<b>L/hab/dia</b>	

Assim, para fins de cálculos e dimensionamentos relativos à ETE e à rede de esgotamento que se pretende construir em Barracão dos Mendes, esse estudo indica como *quota per capita* da comunidade central de Barracão dos Mendes o valor de 258 L/hab/dia.

### 3.11. Vazões Médias de Esgoto

Como neste projeto não existiam meios de estimar o coeficiente de retorno, optou-se por utilizar 80%, como preconizado na NBR 9649/1986. A Tabela 13 mostra as estimativas de vazões de esgotos segundo os dados populacionais de Sánchez (2014) e a Tabela 14 mostra as estimativas de vazões de esgoto elaboradas segundo as populações encontradas pelo presente estudo. Os valores destacados em vermelho se configuram como a sugestão do autor como valores de projeto.

**Tabela 13: Contribuição de esgotos ao longo do tempo segundo a projeção populacional da pesquisadora Sánchez (2014).**

Quota Per Capita (L/dia)	Coeficiente de retorno	Ano	População	Vazão Diária Média de Esgotos	Vazão Horária Média de Esgotos
258	80%	2014	927	191,3 m <sup>3</sup> /dia	2,21 L/s
		2034	1022	210,9 m <sup>3</sup> /dia	2,44 L/s

**Tabela 14: Contribuição de esgotos ao longo do tempo segundo as estimativas populacionais do presente trabalho.**

Quota Per Capita (L/dia)	Coeficiente de Retorno	Ano	Crescimento (hab/ano)	População	Vazão Diária Média de Esgotos	Vazão Horária Média de Esgotos
258	80%	2014	---	528	108,7 m <sup>3</sup> /dia	1,26 L/s
		2024	-3,53	492	101,6 m <sup>3</sup> /dia	1,18 L/s
			2,80	556	114,7 m <sup>3</sup> /dia	1,33 L/s
		2034	-3,53	457	94,3 m <sup>3</sup> /dia	1,09 L/s
2,80	583		120,4 m <sup>3</sup> /dia	1,39 L/s		

### 3.12. Variações Diárias e Horárias das Vazões de Esgoto

A Tabela 15 mostra os resultados obtidos a partir dos dados populacionais do autor deste estudo e de Sánchez (2014), considerando a quota per capita encontrada (258 L/hab/dia) o coeficiente de retorno de 80% e os coeficientes  $k_1$ ,  $k_2$  e  $k_3$  como sugeridos pela NBR 9649/1986. Novamente os valores destacados em vermelho se configuram como a sugestão deste trabalho para os valores de projeto.

**Tabela 15: Vazão máxima diária e vazões máxima e mínima horárias, segundo dados estimados por este trabalho e por Sánchez (2014).**

ano	(PFEIL, 2014)			(SÁNCHEZ, 2014)		Unidades
	2014	2034	2034	2014	2034	
<b>População</b>	528	457*	583**	927	1022	hab
<b>Vazão Média Diária de Esgotos</b>	108,7	94,3	120,4	191,3	210,9	m <sup>3</sup> /dia
<b>Vazão Média Horária de Esgotos</b>	1,26	1,09	1,39	2,21	2,44	L/s
<b>Máxima Vazão Diária de Esgotos (<math>k_1</math>)</b>	130,5	113,2	144,5	229,6	253,1	m <sup>3</sup> /dia
<b>Máxima Vazão horária de Esgotos (<math>k_1 \cdot k_2</math>)</b>	2,27	1,96	2,51	3,98	4,39	L/s
<b>Mínima Vazão horária de Esgotos (<math>k_3</math>)</b>	0,63	0,55	0,70	1,11	1,22	L/s

De acordo com o presente estudo e com as sugestões do autor, a ETE de Barracão dos Mendes e a rede coletora deverão ser capazes de atender a uma comunidade cuja população atual estimada é de 528 habitantes. Espera-se que essa comunidade cresça a uma taxa de 2,80 habitantes ao ano, e por tanto, que possua em 2034 a população de 583 habitantes. Cada pessoa desta população estará consumindo em média 258 litros de água por dia, dos quais, 80% se tornarão esgotos, gerando uma vazão média diária de esgoto que irá de 108,7 m<sup>3</sup>/dia em 2014 para 120,4 m<sup>3</sup>/dia em 2034. Os dias de maior consumo de água gerarão uma vazão máxima diária estimada de 130,5 m<sup>3</sup>/dia em 2014 e de 144,5 m<sup>3</sup>/dia em 2034. Os picos máximos e mínimos de vazões horárias poderão chegar a 2,27 L/s e 0,63 L/s, respectivamente, no ano de 2014. Para o ano de 2034 estima-se que as vazões máximas e mínimas horárias sejam de 2,51 L/s e 0,70 L/s, respectivamente.

\* Considerando um decréscimo populacional de 3,53 hab/ano. Ver item 3.9.

\*\* Considerando um crescimento populacional de 2,80 hab/ano. Ver item 3.9.

#### 4. Conclusões

Sobre a estimativa populacional, o número de habitantes que será de fato escolhido para estimar as vazões de projeto dependerá da interpretação do tomador de decisões, por isso este trabalho analisou os casos extremos, ou seja, a menor e a maior estimativas populacionais. Mesmo assim, foi considerada como melhor hipótese a aplicação da maior taxa de crescimento encontrada. A preferência pelo maior crescimento populacional ao invés de valores menores ou mesmo do decréscimo populacional decorre da necessidade de estar a favor da segurança. Não convém dimensionar uma estação de tratamento contando com o decréscimo ou a estabilidade da população, pois, as flutuações populacionais podem não seguir exatamente o esperado, e sabemos que, de forma geral, a população está crescendo no município, no estado e no Brasil. Por outro lado, poderíamos escolher outro crescimento populacional positivo menor. Escolher o maior valor é, em última análise, proporcionar maior segurança em termos das variações populacionais. Esta decisão também está enraizada no fato de que a diferença entre as estimativas não é grande o suficiente para justificar, financeiramente, a adoção de valores menores.

Com relação aos motivos que levaram à discrepância entre os valores encontrados pelo autor e os encontrados por Sanchez (2014), estes não serão discutidos neste trabalho, pois, cabe ao tomador de decisões a responsabilidade última de escolher em qual estimativa deve se basear.

O valor de 258 L/hab/dia, encontrado para a *quota per capita*, foi bastante alto. Entretanto, devemos lembrar que a comunidade possui água em abundância, captada diretamente de poços e nascentes, por tanto, não existe motivo para que esta população se preocupe em economizar água, o que pode ser a causa de um valor tão alto. O grande problema com este resultado reside no fato de que os dados originais foram declarados e não medidos. Como as pessoas não possuem por uma distribuição pública de água, não medem o volume de água consumido e, em consequência disso, não sabem com precisão o quanto consomem. Por outro lado, embora possa haver questionamentos sobre a validade deste dado, não existe disponível em outra fonte dado de melhor qualidade sobre o consumo de água desta comunidade específica.

Os outros segmentos do projeto, referentes às tecnologias de tratamento de efluentes, custos, gerenciamento de lodos e etc. estão sendo pesquisados pelos coordenadores do projeto, Jaime A. Cardona e Jarbas Saraiva, juntamente com o restante da equipe integrada Rio Rural-INTECRAL.

Com relação à disposição dos efluentes líquidos da ETE, recomenda-se um estudo de autodepuração do corpo hídrico receptor.

Embora os outros cenários gerados não tenham sido sugeridos pelo autor, seus resultados poderão ser considerados pelo tomador de decisões, se ele os julgar mais corretos. Neste caso, os valores, descrição das metodologias ou fontes serão encontrados nos respectivos itens deste trabalho. É importante lembrar que outros cenários mais podem surgir, de acordo com a disponibilidade de dados mais precisos que possam ser encontrados ou gerados no decorrer do projeto.

## Referências Bibliográficas

ABNT. NBR 12209. **Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro. 1992. p.12.

ABNT. NBR 9648. **Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro. 1986. p.5.

ABNT. NBR 9649. **Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro. 1986. p.7.

AZEVEDO NETTO, José M. et al. **Manual de Hidráulica**. 8ª ed. São Paulo: Blucher, 1998. 10ª reimpressão, 2012. p.669.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **O Programa Nacional de Saneamento Rural**. In: VI Seminário Nacional de Saneamento Rural e I Encontro Latino Americano de Saneamento Rural, 2012, João Pessoa: ABES, 2012. p.31. Disponível em <[http://www.abes-dn.org.br/eventos/saneamento-rural/palestras/PVII\\_FUNASA\\_Programa\\_Nacional\\_de\\_Saneamento\\_Rural.pdf](http://www.abes-dn.org.br/eventos/saneamento-rural/palestras/PVII_FUNASA_Programa_Nacional_de_Saneamento_Rural.pdf)> com acesso em 14 de dezembro de 2014.

BRASIL. Presidência da República. **Lei Nº 11.445 de 5 de Janeiro de 2007**. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm)> com acesso em dezembro de 2014.

CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Publicada no DOU nº 053, de 18 de março de 2005, págs. 58-63.

CONAMA. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Publicada no DOU Nº 92, em 16 de março de 2011, pág. 89.

DNAEE. Portaria nº. 707. **Norma para Classificação dos Cursos d'água Brasileiros quanto ao Domínio**. De 17 de outubro de 1994.

IBGE<sup>1</sup>. **Base de informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário**. Documentação do Arquivo. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. p. 127.

IBGE<sup>2</sup>. **Censo Demográfico 2000: Agregados por setor censitário dos Resultados do Universo**. 2ª ed. Documentação do Arquivo. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. p. 157.

INEA. DZ-101.R-4. **Corpos d'água: Usos benéficos**. Aprovada pela Deliberação CECA nº0018, de 16 de fevereiro de 1978. Publicada no DOERJ de 05 de abril de 1978.

INEA. DZ-215.R-4. **Diretriz de controle de carga orgânica biodegradável em efluentes líquidos de origem sanitária**. Aprovada pela Deliberação CECA nº 4886, de 25 de setembro de 2007. Republicada no DOERJ de 08 de novembro de 2007.

PMNF. **Site da Prefeitura Municipal de Nova Friburgo (PMNF)**. 2014. Disponível em <<http://www.pmnf.rj.gov.br/>> com acesso em novembro de 2014.

SÁNCHEZ, Ollin C. S. *Economic Cost-Benefit Analysis of Decentralized Wastewater and Sanitation Technologies in the microbasin of Barracão dos Mendes, Brazil*. 2014. p.124. Tese (Mestrado em ciências ambientais). *Cologne University Of Applied Sciences*. Alemanha.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução À Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 3ª ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; UFMG. 2005. p.452 (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias; V.1)

**ANEXO I**

Questionário

QUESTIONÁRIO PARA A OBTENÇÃO DE DADOS  
SOBRE SANEAMENTO

COMUNIDADE EM QUE FOI APLICADO:

DATA: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Nº Ponto:	Nome:		Nº de Habitantes:		Esgotamento Sanitário:	
	Volume dos Reservatórios:	Nº de Vezes Que os Reservatórios São Cheios Por Semana:	Abastecimento de Água:		Percepção do Morador Sobre a Qualidade da Água Consumida:	
	Relatos Sobre Doenças de Veiculação Hídrica:		Observações:		Desejaria Uma Rede de Esgotamento Sanitário:	
Nº Ponto:	Nome:		Nº de Habitantes:		Esgotamento Sanitário:	
	Volume dos Reservatórios:	Nº de Vezes Que os Reservatórios São Cheios Por Semana:	Abastecimento de Água:		Percepção do Morador Sobre a Qualidade da Água Consumida:	
	Relatos Sobre Doenças de Veiculação Hídrica:		Observações:		Desejaria Uma Rede de Esgotamento Sanitário:	
Nº Ponto:	Nome:		Nº de Habitantes:		Esgotamento Sanitário:	
	Volume dos Reservatórios:	Nº de Vezes Que os Reservatórios São Cheios Por Semana:	Abastecimento de Água:		Percepção do Morador Sobre a Qualidade da Água Consumida:	
	Relatos Sobre Doenças de Veiculação Hídrica:		Observações:		Desejaria Uma Rede de Esgotamento Sanitário:	

## **ANEXO II**

Tabela de Atributos do Shapefile Com Os Dados Censitários de Nova Friburgo

**Tabela 16: Atributos do shapefile de setores censitários anexado aos dados do censo.**

<b>Origem</b>	<b>Atributo</b>	<b>Descrição</b>
Variável "FID" da Tabela de atributos do Shapefile	FID	Presente em todos os shapefiles
Variável "Shape *" da Tabela de atributos do Shapefile	Shape *	Presente em todos os shapefiles
Variável "ID" da Tabela de atributos do Shapefile	ID	Presente em todos os shapefiles
Variável "CD_GEOCODI *" da Tabela de atributos do Shapefile	CD_GEOCODI	Código do setor censitário (formato de texto)
Variável contendo o código do setor - Criada pelo autor	Cod_Setor	Código do setor censitário (formato numérico)
Variável "Cod das Grandes Regiões" da Tabela "Basico_RJ"	Cod_Grande	Código das Grandes Regiões (Regiões Geográficas)
Variável "Nome das Grandes Regiões" da Tabela "Basico_RJ"	Nome_Grand	Nome das Grandes Regiões (Regiões Geográficas)
Variável "Cod_UF" da Tabela "Basico_RJ"	Cod_UF	Código da Unidade da Federação
Variável "Nome_da_UF" da Tabela "Basico_RJ"	Nome_da_UF	Nome da Unidade da Federação
Variável "Cod_meso" da Tabela "Basico_RJ"	Cod_meso	Código da mesorregião
Variável "Nome_da_meso" da Tabela "Basico_RJ"	Nome_da_me	Nome da mesorregião
Variável "Cod_micro" da Tabela "Basico_RJ"	Cod_micro	Código da microrregião
Variável "Nome_da_micro" da Tabela "Basico_RJ"	Nome_da_mi	Nome da microrregião
Variável "Cod_RM" da Tabela "Basico_RJ"	Cod_RM	Código da região metropolitana ou RIDE
Variável "Nome_da_RM" da Tabela "Basico_RJ"	Nome_da_RM	Nome da região metropolitana ou RIDE
Variável "Cod_municipio" da Tabela "Basico_RJ"	Cod_munici	Código do município

<b>Origem</b>	<b>Atributo</b>	<b>Descrição</b>
Variável "Nome_do_municipio" da Tabela "Basico_RJ"	Nome_do_mu	Nome do município
Variável "Cod_distrito" da Tabela "Basico_RJ"	Cod_distri	Código do distrito
Variável "Nome_do_distrito" da Tabela "Basico_RJ"	Nome_do_di	Nome do distrito
Variável "Cod_subdistrito" da Tabela "Basico_RJ"	Cod_subdis	Código do subdistrito
Variável "Nome_do_subdistrito" da Tabela "Basico_RJ"	Nome_do_su	Nome do subdistrito
Variável "Cod_bairro" da Tabela "Basico_RJ"	Cod_bairro	Código de bairro
Variável "Nome_do_bairro" da Tabela "Basico_RJ"	Nome_do_ba	Nome do bairro
Variável "Situação_setor" da Tabela "Basico_RJ"	Situacao_s	<p>Código de situação do setor</p> <p>* Situação urbana – códigos: 1, 2 e 3</p> <p>- 1 - Área Urbanizada de cidade ou vila</p> <p>- 2 - Área não-urbanizada de cidade ou vila</p> <p>- 3 - Área Urbana Isolada</p> <p>* Situação rural – códigos: 4, 5, 6, 7 e 8</p> <p>- 4 - Aglomerado Rural de extensão urbana</p> <p>- 5 - Aglomerado rural isolado - povoado</p> <p>- 6 - Aglomerado rural isolado - núcleo</p> <p>- 7 - Aglomerado rural isolado - outros aglomerados</p> <p>- 8 - Zona rural, exclusive aglomerado rural</p>
Variável "V001" da Tabela "Basico_RJ"	V001	Domicílios particulares permanentes ou pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes
Variável "V002" da Tabela "Basico_RJ"	V002	Moradores em domicílios particulares permanentes ou população residente em domicílios particulares permanentes
Variável "V003" da Tabela "Basico_RJ"	V003	Média do número de moradores em domicílios particulares permanentes (obtida pela divisão de Var2 por Var1)
Variável "V001" da Tabela "Domicilios02_RJ"	V001_1	Moradores em domicílios particulares e domicílios coletivos (população)

<b>Origem</b>	<b>Atributo</b>	<b>Descrição</b>
Variável "V012" da Tabela "Domicilios02_RJ"	V012_1	Moradores em domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral
Variável "V013" da Tabela "Domicilios02_RJ"	V013	Moradores em domicílios particulares permanentes com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade
Variável "V014" da Tabela "Domicilios02_RJ"	V014	Moradores em domicílios particulares permanentes com abastecimento de água de chuva armazenada em cisterna
Variável "V015" da Tabela "Domicilios02_RJ"	V015	Moradores em domicílios particulares permanentes com outra forma de abastecimento de água
Variável "V016" da Tabela "Domicilios02_RJ"	V016	Moradores em domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário
Variável "V017" da Tabela "Domicilios02_RJ"	V017	Moradores em domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial
Variável "V018" da Tabela "Domicilios02_RJ"	V018	Moradores em domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa séptica
Variável "V019" da Tabela "Domicilios02_RJ"	V019	Moradores em domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa rudimentar
Variável "V020" da Tabela "Domicilios02_RJ"	V020	Moradores em domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via vala
Variável "V021" da Tabela "Domicilios02_RJ"	V021	Moradores em domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rio, lago ou mar
Variável "V022" da Tabela "Domicilios02_RJ"	V022	Moradores em domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via outro escoadouro
Variável Criada pelo Autor	P_B_RE_Pc	Percentual de moradores em domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo ou sanitário e esgotamento sanitário por rede geral de esgoto ou pluvial (V017 dividida por V002 vezes 100)

<b>Origem</b>	<b>Atributo</b>	<b>Descrição</b>
Variável Criada pelo Autor	P_B_FR_Pc	Percentual dos moradores de domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa rudimentar (V019 dividida por V002 vezes 100)
Variável Criada pelo Autor	P_APN_Pc	Percentual dos moradores de domicílios particulares permanentes com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade (V013 dividida por V001_1 vezes 100)
Variável Criada pelo Autor	AREA_KM2	Área dos setores censitários, em quilômetros quadrados, calculados por geoprocessamento, com sistema cartográfico SAD69_UTM23K
Variável Criada pelo Autor	P_ARG_Pc	Percentual dos moradores de domicílios particulares permanentes com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade (V012_1 dividida por V001_1 vezes 100)
Variável Criada pelo Autor	P_B_Fs_Pc	Percentual dos moradores de domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa séptica (V018 dividida por V002 vezes 100)

