



HEBERT MEDEIROS GONTIJO

**SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA NO
SISTEMA DE ÁGUA E ESGOTO NA
COMUNIDADE RURAL DE AMADEU
LACERDA EM DIVINÓPOLIS/MG**

LAVRAS - MG

2016

HEBERT MEDEIROS GONTIJO

**SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA NO SISTEMA DE ÁGUA E
ESGOTO NA COMUNIDADE RURAL DE AMADEU LACERDA EM
DIVINÓPOLIS/MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável e Extensão – Mestrado Profissional, área de concentração em Desenvolvimento Sustentável e Extensão, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Renato Elias Fontes

Coorientador

Dr. Marcelo Márcio Romaniello

LAVRAS - MG

2016

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Gontijo, Hebert Medeiros.

Sustentabilidade econômica no sistema de água e esgoto na
comunidade rural de Amadeu Lacerda em Divinópolis/MG / Hebert
Medeiros Gontijo. – Lavras : UFLA, 2016.

92 p. : il.

Dissertação(mestrado profissional)–Universidade Federal de
Lavras, 2016.

Orientador: Renato Elias Fontes.

Bibliografia.

1. Comunidade rural. 2. Abastecimento de água. 3. Esgotamento
sanitário. 4. Sustentabilidade econômica. I. Universidade Federal de
Lavras. II. Título.

HEBERT MEDEIROS GONTIJO

**SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA NO SISTEMA DE ÁGUA E
ESGOTO NA COMUNIDADE RURAL DE AMADEU LACERDA EM
DIVINÓPOLIS/MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável e Extensão – Mestrado Profissional, área de concentração em Desenvolvimento Sustentável e Extensão, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 25 de fevereiro de 2016.

Dra. Maria das Graças Paula	UFLA
Dr. Marcelo Márcio Romaniello	UFLA
Dr. Alysso Rodrigo Fonseca e Silva	UEMG

Dr. Renato Elias Fontes
Orientador

LAVRAS - MG
2016

RESUMO

Este trabalho visa analisar o sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário da comunidade rural de Amadeu Lacerda no município de Divinópolis/MG, sob a ótica da sustentabilidade econômica. Foram pesquisadas as características do sistema de abastecimento de água e de esgotamento sanitário na comunidade. No sistema de abastecimento de água foram pesquisadas as condições de qualidade dos equipamentos e verificada a necessidade da substituição do reservatório. Já no sistema de esgotamento sanitário, inexistente, foi considerada a implantação de todos os equipamentos. Com base nesta demanda de implantação foi determinado o custo de investimento inicial; e para a composição do custo mensal de manutenção e operação deste sistema, foram considerados o consumo de energia elétrica das elevatórias e a utilização de um operador. Também foi determinada a capacidade de arrecadação mensal por tarifas residenciais, em contrapartida aos custos de manutenção e operação. Para análise da sustentabilidade econômica foram estudados o impacto ambiental e a aplicação de multa, causados pela inexistência de um sistema de esgotamento sanitário; e o impacto social causado pela qualidade da água de abastecimento, em relação às doenças por veiculação hídrica e seu respectivo custo de investimentos em medicamentos. Foi verificado que o custo de investimento para a implantação do sistema na comunidade é de R\$306.108,33, mais elevado que os gastos em multas ambientais e medicamentos para saúde que é de R\$30.095,31. E que o custo de manutenção e operação do sistema em contrapartida com a capacidade de arrecadação por tarifa na comunidade é compatível, gerando anualmente um lucro de R\$7.214,14. Valor este que torna inviável, financeiramente, para as empresas de saneamento assumirem estes serviços e terem o retorno de investimento esperado. Com base nesta análise de sustentabilidade, foi diagnosticado o fator principal, que leva a comunidade rural de Amadeu Lacerda a ainda não possuir o sistema de água e esgoto de maneira adequada.

Palavras-chave: Comunidade rural. Abastecimento de água. Esgotamento sanitário. Sustentabilidade econômica.

ABSTRACT

This work aims at analyzing the water supply and sanitary exhaustion system of the Amadeu Lacerda rural community in the municipality of Divinópolis, Minas Gerais, Brazil, under the perspective of economic sustainability. We researched the characteristics of the water supply and sanitary exhaustion system of the community. In the water supply system, we researched the quality conditions of the equipment and verified the need for substitution of the reservoir. In the sanitary exhaustion system, which was inexistent, the implementation of all equipment was considered. Based on this implementation demand, the cost of initial investment was determined, and, for the composition of the monthly cost of maintenance and operation, we considered the intake of electric energy used in the pumping system and the use of an operator. For analyzing economic sustainability, we studied the environmental impact and the application of fine, caused by the lack of a sanitary exhaustion system, and the social impact caused by the quality of the water supply, concerning water-transmitted diseases and the respective medication investment costs. We verified that the investment cost for implementing the system in the community is of R\$ 306,108.33, higher than the expenses of environmental fines and medications, which is of R\$ 30,095.31. The cost of maintenance and operation of the system in counterpart with the collection capacity of tariffs from the community is compatible, generating an annual profit of R\$ 7,214.14. With this value, it becomes financially unfeasible for sanitation companies to undertake these services and have the expected return of investment. Based on this sustainability analysis, we diagnosed the main factor leading to the Amadeu Lacerda rural community not having an adequate water supply and sanitary exhaustion system.

Keywords: Rural community. Water supply. Sanitary exhaust. Economic sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Tripé do Desenvolvimento Sustentável.....	35
Figura 2	Localização do município de Divinópolis	50
Figura 3	Bacia Hidrográfica do rio Pará	52
Figura 4	Núcleos de polarização rural	55
Figura 5	Localização de Amadeu Lacerda	56
Figura 6	Vista de Amadeu Lacerda	57
Figura 7	Equipamentos Públicos	57
Figura 8	Equipamentos de abastecimento de água	66
Figura 9	Reservatório de abastecimento de água.....	67
Figura 10	Projeto de implantação de redes de esgoto	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Crescimento populacional em Divinópolis.....	54
Quadro 2	Cotação Reservatório	68
Quadro 3	Custo de implantação de redes de esgoto	69
Quadro 4	Cotação Elevatória de esgoto	70
Quadro 5	Cotação Estação de tratamento de esgoto	71
Quadro 6	Custo de energia elétrica do poço artesiano.....	72
Quadro 7	Custo de energia elétrica EE.....	72
Quadro 8	Planilha de encargos sociais e trabalhistas.....	73
Quadro 9	Planilha de tarifas	74
Quadro 10	Análises da qualidade da água	79
Quadro 11	Doenças por veiculação hídrica.....	80
Quadro 12	Custo em medicamentos em 2014.....	81
Quadro 13	Planilha final	82
Quadro 14	Planilha final	83

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1 Doenças por veiculação hídrica.....	81
---	----

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BO	Boletim de ocorrência
CE	Consumo de energia elétrica
CI	Custo de implantação
CMO	Custo de manutenção e operação
D	Depreciação
DAE	Departamento de Água e Esgoto
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EEE	Estação Elevatória de Esgoto
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
OS	Operador do sistema
PRFV	Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro
PV	Poço de Visita
RAFA	Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente
RCE	Redes coletoras de esgoto
RE	Reservatório
SA	Saldo anual
SAAE	Serviços Autônomos de Água e Esgoto
SEMAG	Secretaria Municipal de Agronegócios
SEMUSA	Secretaria Municipal de Saúde
SINAPI	Sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção
TF	Tarifação
VI	Valor de investimento
VU	Vida útil do bem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Objetivo Geral	13
1.2	Objetivos Específicos	14
2	REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1	O sistema de água e esgoto	15
2.2	O impacto ambiental relacionado à falta de saneamento	22
2.3	O impacto social relacionado à falta de saneamento	26
2.4	Os aspectos legais do saneamento	29
3	REFERENCIAL TEÓRICO	32
3.1	O desenvolvimento sustentável	32
3.2	A sustentabilidade do saneamento	35
3.3	Os fatores econômicos do saneamento	39
3.3.1	Planejamento do sistema de saneamento	40
3.3.2	Investimentos para implantação e tarifas	44
3.3.3	Gestão nas empresas de saneamento	46
3.4	O município de Divinópolis/MG e a comunidade de Amadeu Lacerda	49
4	METODOLOGIA	58
4.1	Caracterização do sistema de saneamento	58
4.2	Estudos econômicos do saneamento	59
4.3	Estudos ambientais e sociais do saneamento	61
4.4	Sustentabilidade econômica	63
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
5.1	O sistema de abastecimento de água	65
5.2	O sistema de esgotamento sanitário	68
5.3	Manutenção e operação do sistema	71
5.4	Arrecadação por tarifas	74
5.5	Estudos dos impactos ambientais	75
5.6	Estudos dos impactos sociais	78
5.7	Análise da sustentabilidade econômica	82
6	CONCLUSÃO	85
	REFERÊNCIAS	87

1 INTRODUÇÃO

Atualmente vivemos em uma situação complexa em relação ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitário no Brasil. A universalização destes serviços, previstos na lei federal, ainda está longe de ser alcançada, principalmente devido ao grande investimento na implantação e operação de sistemas satisfatórios. Aliado a isto, alguns fatores considerados negativos na organização política e gerencial das empresas de saneamento também têm sido obstáculos para os avanços em termos de qualidade e quantidade destes serviços.

Com a atual crise hídrica e com a demanda da universalização dos serviços de saneamento, surge a necessidade de alterações nos procedimentos atuais, visando à expansão e ao atendimento a todos, conforme acordado em acordos internacionais. Neste sentido, novos procedimentos, coerentes com a nossa atual necessidade de desenvolvimento, são fatores indispensáveis para a mudança de pensamento direcionado à sustentabilidade.

A sustentabilidade exige um conjunto de ações que se interligam para satisfazer os seus objetivos econômicos, ambientais, sociais, políticos e tecnológicos. Ainda estamos no início desta nova forma de pensar e viver, onde as políticas públicas são mecanismos desta transformação; e a participação popular de extrema importância para a formulação destas políticas.

Recentemente, as políticas públicas se voltaram para as questões do saneamento básico. Somente em 2007 surgiu a primeira legislação que estabeleceu diretrizes neste setor, porém ainda com algumas lacunas que deverão ser trabalhadas. Estas lacunas, que exploradas pela concepção capitalista das concessionárias, transformam os serviços ambiental e de saúde, como o saneamento, em um sistema de crescimento econômico, desenvolvendo exclusivamente a comercialização do setor e provocando assim a sua insustentabilidade em várias localidades.

O sistema de abastecimento de água potável e de esgotamento sanitário doméstico devem se completar em um ciclo sustentável, em que a meta principal deste setor seja a universalização destes serviços. Meta esta, que não tem sido atingida, pois alguns sistemas se tornam complexos devido às lacunas na política de saneamento e aos fatores econômicos de implantação e operação, principalmente em localidades de pequeno porte fora do perímetro urbano das cidades.

Nestas localidades, devido à falta de saneamento, têm ocorrido em muitos casos, os impactos ambientais causados pela inexistência de coleta e tratamento de esgoto sanitário; e o impacto social causado pelo significativo índice de doenças por veiculação hídrica devido às condições precárias da qualidade da água de abastecimento.

A universalização dos serviços de saneamento básico tem sido a meta principal deste setor, de responsabilidade do poder público municipal. Porém, os municípios podem terceirizar os serviços de saneamento em sua totalidade ou em parte, dependendo do objeto de contrato de concessão. Situação esta, que tem proporcionado a possibilidade de privilegiar o atendimento aos perímetros urbanos em relação às localidades rurais, quando estes contratos abrangem somente a zona urbana do território municipal.

Nestes casos, as concessionárias assumem a gestão dos serviços de saneamento nos perímetros urbanos, em que o quantitativo de arrecadação por meio de tarifas é compatível com os investimentos de operação do sistema, proporcionando a auto-sustentabilidade financeira. Ao passo que em localidades isoladas e de pequeno porte, ainda sob a gestão dos municípios, possuem quantitativo de arrecadação inferior aos investimentos no sistema, tornando-os não sustentáveis financeiramente, necessitando de um complemento, em certos casos, por meio de subsídios federais. Quando os serviços de saneamento não

são terceirizados, ficando a gestão sob a coordenação de um departamento municipal, a arrecadação do perímetro urbano faz subsídio às localidades rurais.

O município de Divinópolis/MG, assim como grande parte dos municípios, possui os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitários terceirizados à concessionária local. O objeto deste contrato abrange somente a zona urbana deste município, não contemplando as comunidades rurais.

A comunidade rural de Amadeu Lacerda, umas das localidades rurais pertencentes ao município de Divinópolis, não possui satisfatoriamente os serviços de abastecimento de água nem de esgotamento sanitário, o que tem provocado impactos ambientais e sociais, pela ausência de saneamento. A partir desse quadro, buscou-se neste estudo analisar a comunidade sob a ótica da sustentabilidade econômica, a fim de avaliar os investimentos para implantação e operação de um sistema apropriado, visando à organização de um modelo eficiente; e enquadrado dentro da perspectiva de um desenvolvimento sustentável para o setor. A implantação dessas ações poderá contribuir significativamente para a melhoria das condições de saúde da população que reside nesta comunidade, assim como na minimização dos impactos ambientais causados pela falta de saneamento.

1.1 Objetivo Geral

Analisar o sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário da comunidade rural de Amadeu Lacerda no município de Divinópolis/MG, sob a ótica da sustentabilidade econômica.

1.2 Objetivos Específicos

- a) Descrever o sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário existentes na comunidade;
- b) Levantar o investimento para a implantação, operação e manutenção de um sistema apropriado de abastecimento de água e esgotamento sanitário para a comunidade;
- c) Mensurar o gasto público em multas ambientais, devido aos impactos negativos causados pela falta de esgotamento sanitário apropriado na comunidade;
- d) Mensurar o investimento público anual em saúde, no combate às doenças por veiculação hídrica, aplicado para a população da comunidade;
- e) Analisar os investimentos financeiros de um sistema de saneamento apropriado para a comunidade, em relação à sustentabilidade econômica.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 O sistema de água e esgoto

A exploração dos corpos d'água pelo ser humano é muito antiga e não se tem uma data precisa do começo deste acontecimento. Estima-se que há 10.000 anos, com o início da agricultura, o ser humano tenha gradativamente substituído a caça, pelas primeiras culturas e a criação de rebanhos. Com isso, surgem progressivamente os primeiros aglomerados e a busca por fontes de abastecimento de água de maneira satisfatória para a agricultura, a pecuária e a vida nas comunidades (LIBÂNIO, 2010).

Conseqüentemente, onde há abastecimento de água em comunidades também há geração de águas servidas. Desde que o ser humano começou a viver em comunidades, a coleta destas águas, que hoje chamamos de esgoto sanitário, passava a ser uma preocupação daquelas localidades. Em 3750 a.C. na Índia, já eram construídas galerias de esgoto para coleta deste resíduo. Em 3100 a.C. na Babilônia, foram empregadas as primeiras tubulações de cerâmica para transporte de esgotos. Porém, na Idade Média, não houve avanços em termos de saneamento nas cidades, em especial ao esgotamento sanitário. Este fator, relacionado com o desconhecimento da ciência, principalmente da microbiologia até meados do século XIX, foram certamente as causas das epidemias ocorridas na Europa no período entre XIII e XIX. Período este, que coincide com o desorganizado crescimento de algumas cidades (NUVOLARI, 2011).

Ao longo de todo este percurso do saneamento na história da humanidade, foram se tornando cada vez mais diversificadas e exigentes, em quantidade e qualidade, as necessidades de uso da água e destino dos esgotos. Com o desenvolvimento das cidades, as sociedades foram se tornando mais complexas e numerosas; e com isso, vieram a demandar maior quantidade de

água, em que a garantia de sobrevivência da humanidade passa a exigir mais segurança no suprimento de água e maiores aportes da tecnologia (HELLER, 2010).

Quando a população em uma comunidade cresce, a implantação de um sistema de abastecimento de água é a solução mais econômica e definitiva. A solução coletiva é a mais indicada sob o ponto de vista sanitário, por ser mais eficiente na qualidade da água distribuída à população e no controle dos mananciais. Entretanto, as soluções individuais para as áreas periféricas não devem ser desprezadas, pois também são necessárias, especialmente enquanto se aguardam soluções gerais. Estas últimas, muitas vezes são morosas e envolvem grandes gastos (NUVOLARI, 2011).

A solução definitiva é um sistema de abastecimento de água que é composto das seguintes unidades: manancial, captação, adução, tratamento, reservação, rede de distribuição, estações elevatórias e ramal predial (HELLER, 2010).

De todas as etapas, o tratamento de água é a mais importante, que consiste em melhorar suas características químicas, bacteriológicas organolépticas e físicas, a fim de que se torne adequada ao consumo humano. O tratamento atua na qualidade físico-química e bacteriológica da água obtida no manancial e definirá o método de tratamento necessário para atender aos padrões de potabilidade. As águas de superfície são as que mais necessitam de tratamento, porque se apresentam com qualidades físicas e bacteriológicas impróprias, com exceção das águas de nascentes que, com uma simples proteção das cabeceiras e cloração (HELLER, 2010).

Sob os pontos de vista químicos e bacteriológicos, as águas de grandes rios, embora não satisfazendo pelo seu aspecto físico, podem ser relativamente satisfatórias, quando captadas ou colhidas em locais do rio menos sujeitos à contaminação. De modo geral, a qualidade das águas de superfície varia ao

longo do tempo, de acordo com o regime das chuvas e a época do ano. A variação da qualidade da água dos grandes rios é mais lenta que a dos pequenos rios, cuja turbidez, por exemplo, pode variar entre largos limites e em curto espaço de tempo. Mesmo a qualidade da água de lago natural ou de lago artificial varia com o decorrer do tempo (NUVOLARI, 2011).

Sendo o nível de poluição muito alto, a água tratada poderá não ser ainda satisfatória. Pois, nem toda água pode ser utilizada, por que cada método de tratamento tem eficiência limitada. Assim, por exemplo, não é prático, nem possível, tratar água de esgotos por métodos convencionais, a ponto de torná-la potável. Os métodos de tratamentos mais usados são: fervura, sedimentação simples, filtração lenta, aeração, correção da dureza, remoção de ferro, correção da acidez excessiva, remoção de odor e sabor desagradáveis, desinfecção, fluoretação e tratamento convencional com coagulação, floculação, decantação e filtração rápida (HELLER, 2010).

Em relação aos esgotos, os dejetos humanos podem ser veículos de germes patogênicos, podendo-se citar a febre tifóide e paratifóide, diarreias infecciosas, amebíase, ancilostomíase, esquistossomose, teníase, ascaridíase, etc. Observa-se que, devido à falta de medidas práticas de saneamento e de educação sanitária, grande parte da população tende a lançar os dejetos diretamente sobre o solo, criando, desse modo, situações favoráveis à transmissão de doenças (Von SPERLING, 2014).

A solução recomendada é a construção de privadas com veiculação hídrica, ligadas a um sistema público de esgotos, com adequado destino final. Essa solução é, contudo, impraticável no meio rural e às vezes difícil, por razões principalmente econômicas, em muitas comunidades urbanas e suburbanas. Nesses casos são indicadas soluções individuais para cada domicílio (NUVOLARI, 2011).

Sob o aspecto sanitário, o destino adequado dos dejetos humanos visa, fundamentalmente, ao controle e à prevenção de doenças a eles relacionadas. A ocorrência de doenças, principalmente as doenças infecciosas e parasitárias ocasionadas pela falta de condições adequadas de destino dos dejetos, podem levar o homem à inatividade ou reduzir sua potencialidade para o trabalho (SPERLING, 2014).

O esgoto doméstico é aquele que provém principalmente de residências, estabelecimentos comerciais, instituições ou quaisquer edificações que dispõem de instalações de banheiros, lavanderias e cozinhas. Compõem-se essencialmente da água de banho, excretas, papel higiênico, restos de comida, sabão, detergentes e águas de lavagem (NUVOLARI, 2011).

À medida que as comunidades e a concentração humana tornam-se maiores, as soluções individuais para remoção e destino do esgoto doméstico devem dar lugar às soluções de caráter coletivo denominado sistema de esgotos. As partes de um sistema público convencional de esgotos são: ramal predial, coletores, interceptores, emissários, poços de visitas (PV), estações elevatórias e estações de tratamento de esgotos (ETE). Uma estação de tratamento de esgotos tem a finalidade de remover os poluentes dos esgotos, os quais viriam causar uma deterioração da qualidade dos cursos d'água (SPERLING, 2014).

Um sistema de esgotamento sanitário só pode ser considerado completo se incluir a etapa de tratamento. A ETE pode dispor de alguns dos seguintes itens, ou todos eles: grade, desarenador, sedimentação primária, estabilização aeróbica, filtro biológico ou de percolação de esgoto, lodos ativados, sedimentação secundária, digestor de lodo, secagem de lodo, desinfecção do efluente. Após o tratamento, os esgotos podem ser lançados ao corpo d'água receptor ou, eventualmente, aplicados no solo. Em ambos os casos, há que se levar em conta os poluentes eventualmente ainda presentes nos esgotos tratados, especialmente organismos patogênicos e metais pesados (SPERLING, 2014).

Existem vários tipos de tratamento de esgoto sanitário diversificando de acordo com a situação e necessidade, dentre os mais utilizados destacam-se: RAFA – reator anaeróbico de fluxo ascendente, tanque séptico seguido de filtro, evapotranspiração, lagoas anaeróbicas, lagoas aeróbicas e lodos ativados (SABESP, 2015).

Os reatores são unidades de tratamento constituídos por uma câmara de digestão, onde se mantém uma camada de lodo biológico de elevada atividade metanogênica, ocorre a transformação da matéria orgânica presente no esgoto, uma zona de decantação na parte superior e um defletor de gases formados no processo. O reator do tipo RAFA é um equipamento no interior do qual o microrganismo anaeróbio efetua o tratamento do esgoto. Este processo de tratamento de esgotos é mais utilizado para grandes núcleos urbanos, onde as vazões de esgotos são maiores (SABESP, 2015).

Outra forma de tratamento são os tanques sépticos, que são câmaras fechadas com a finalidade de deter os despejos domésticos, por um período de tempo estabelecido, de modo a permitir a decantação dos sólidos e retenção do material graxo contido nos esgotos transformando-os bioquimicamente, em substâncias e compostos mais simples e estáveis (SABESP, 2015).

Economicamente, o tanque séptico é recomendado para até 100 habitantes. Esse sistema requer que as residências disponham de suprimento de água. O tanque séptico é projetado para receber todos os despejos domésticos (de cozinhas, lavanderias domiciliares, lavatórios, vasos sanitários, bidês, banheiros, chuveiros, mictórios, ralos de piso de compartimento interior, etc.). Neste tipo de tanque é recomendada a instalação de caixa de gordura na canalização que conduz despejos das cozinhas para o tanque séptico. São vetados os lançamentos de qualquer despejo que possam causar condições adversas ao bom funcionamento dos tanques sépticos ou que apresentem um elevado índice de contaminação (SABESP, 2015).

Na sequência do tanque deve-se conter o filtro anaeróbio, que é uma unidade de tratamento anaeróbio de esgotos domésticos, composto basicamente de um leito filtrante de pedras, com granulometria adequada, contido em um tanque cilíndrico ou prismático. O uso dessa unidade em série permite uma remoção complementar de matéria orgânica por duas formas: primeiro, pela retenção de sólidos no leito filtrante, refletindo na remoção da DQO (Demanda Química de Oxigênio) particulada, predominando os mecanismos físicos pela combinação dos efeitos de filtração através do meio suporte e de decantação ao longo da coluna; segundo, pela formação de biofilme no meio suporte e remoção da DQO solúvel remanescente.

O líquido a ser tratado é obrigado a passar pelo leito filtrante, onde se encontra presente uma biota, predominantemente anaeróbia, a qual realiza um trabalho de digestão bacteriana de alta eficiência (SABESP, 2015).

Segundo a TECNOSANE (2015), para comunidades entre 100 a 500 habitantes, a mais vantajosa forma de tratamento biológico é a ETE fabricada em PRFV (Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro), que possui resistência à tração de 2.500 a 5.000 kgf/cm², é um material inerte, não reage com produtos químicos da ETE, portanto não oxida, possui longa vida útil, superior a 30 anos.

O tratamento biológico, como o próprio nome indica, ocorre inteiramente por mecanismos biológicos. Estes mecanismos reproduzem os processos que ocorrem na natureza após o lançamento dos despejos, convertendo a matéria orgânica em produtos mineralizados e inertes. Em uma estação de tratamento ocorrem estes mesmos fenômenos naturais, mas minimizando-se o tempo e aumentando-se as velocidades de reações pela utilização de tecnologia apropriada (TECNOSANE, 2015).

A população de bactérias adequadas ao tratamento terá as condições ideais de crescimento e reprodução em um reator biológico que esteja em plena operação. Nenhuma dosagem de produtos químicos é necessária ao

funcionamento do processo biológico projetado, e isto garante a simplicidade da condição de operação. A unidade de gradeamento promove a remoção de sólidos grosseiros através do gradeamento fino do efluente (TECNOSANE, 2015).

O componente principal do tratamento biológico é o decantador de câmara sobreposta, que é uma unidade de grande eficiência na remoção de carga orgânica, possui acumulador de resíduos, câmara inferior que funciona como digestor e uma câmara superior que favorece a decantação, produzindo assim um efluente com baixo teor de sólidos. Este componente, seguido de filtros anaeróbios, compõe um sistema que pode ser muito vantajoso para tratamento de esgotos sanitários. Este é muito adequado para tratamento de esgoto, que chega à unidade de tratamento com grande parcela de sólidos decantáveis não hidrolisados. Associa, em série, um reator eficiente, um reator resistente às variações do afluente e também sobre a parcela dissolvida dos esgotos (TECNOSANE, 2015).

O tratamento biológico dispensa pré-tratamento, não requer operador especializado e tem operação esporádica, a cada seis meses. Tem partida imediata, sem inóculo, com bom funcionamento desde o início, sendo o decantador com eficiência decrescente enquanto os filtros têm eficiência crescente, entre duas operações esporádicas. Não perde eficiência em longo prazo, absorve choques tóxicos e de sobrecarga com rápida recuperação com o “envelhecimento” do lodo, porque nele os resíduos metabólicos inertes e sólidos inorgânicos são facilmente removidos sem traumas para o sistema e não causam maiores interferências no processo (TECNOSANE, 2015).

Outro componente do tratamento biológico são os filtros anaeróbios, que consistem em um tanque com materiais filtrantes inertes com alta área específica de $300 \text{ m}^2/\text{m}^3$ que serve de suporte para aderência e desenvolvimento de microrganismos, constituindo um leito com elevado grau de vazios. No filtro com fluxo ascendente, o líquido proveniente do decantador penetra pela base,

distribuído em tubos perfurados, flui através do material de enchimento e é descarregado pelo topo, coletado em canaletas. (TECNOSANE, 2015).

Na superfície de cada peça do material de enchimento ocorre a fixação e o desenvolvimento de microrganismos na forma de biofilme, agrupando-se também microrganismos na forma de flocos ou grânulos nos interstícios do material de enchimento. O esgoto percola nos interstícios do leito filtrante, em contato com o lodo ativo retido promovendo assim, a redução da carga orgânica (TECNOSANE, 2015).

O processo de tratamento biológico em PRFV apresenta algumas vantagens em relação aos demais processos: menor área para instalação, melhor eficiência de tratamento, comparado ao sistema de fossa e filtro, e atendimento às normas ambientais vigentes, facilidade de instalação e manutenção do equipamento, mobilidade para instalação podendo ser instalado na superfície ou enterrado, fabricados em fibra de vidro (através de processo de Filament Winding) e com resinas quimicamente apropriadas (resina éster vinílica) que garante elevada resistência à corrosão ao contato com o meio agressivo (TECNOSANE, 2015).

2.2 O impacto ambiental relacionado à falta de saneamento

No nosso planeta a quantidade total de água é constante, variando apenas de estado físico e a forma como é encontrada na natureza. Aproximadamente 75% da superfície total do planeta é constituída de água. Deste percentual, 97% é salgada e está situada nos mares e oceanos. Outros 2,7% estão em formas de vapor atmosférico, geleiras, neve e em profundidades de difícil acesso, restando 0,3% disponível para o aproveitamento (Junior, 2005). Porém, a disponibilidade de água no planeta é limitada, de acordo com cada localidade e a forma como se encontra na natureza: superficial, subterrânea,

como água de chuva, etc... Entretanto, em cada região, a relação entre a oferta e a demanda de água é muito variável e é função de um conjunto de condições, relacionados inclusive à cultura local (HELLER, 2010).

Ao precipitar das nuvens, a água já incorpora impurezas da atmosfera e no escoamento carrega substâncias que alteram ainda mais as suas características. Algumas substâncias ficam em suspensão e outras são dissolvidas na água. A água precisa passar por um processo de tratamento para que suas características enquadrem aos padrões de potabilidade (PHILIPPI JÚNIOR, 2005).

O sistema de água e esgoto mantém uma relação direta com o meio ambiente, especialmente o hídrico. De um lado o usuário que depende da água como recurso; de outro, o ambiente que sofre os impactos pela exploração desta água e o lançamento de esgotos. Uma correta concepção do sistema é requisito indispensável para um adequado equacionamento dessa dupla relação com o ambiente. O maior impacto ambiental em um sistema de água e esgoto é o fato de que a água, depois de consumida pela população, retorna ao meio ambiente na forma de esgotos sanitários. A consciência quanto a este impacto adverte para que o sistema de água e esgoto sejam visualizados e planejados mais globalmente, contemplando assim, a abrangência do ciclo urbano da água (HELLER, 2010).

Por um longo tempo a água foi considerada de quantidade infinita, por se tratar de um recurso natural renovável e pela sua capacidade de autodepuração. Porém, a demanda por água nas cidades aumentou de tal forma a quantidade de esgotos gerados e lançados nos corpos d'água próximos às localidades, que a capacidade de autodepuração desses corpos receptores foi superada pela carga poluidora dos efluentes (PHILIPPI JÚNIOR, 2005). Quando não existe o tratamento adequado dos esgotos, em muitos casos, estes são coletados nas redes, são lançados *in natura* nos corpos d'água. Nesta situação,

podem-se esperar, na maioria das vezes, sérios prejuízos à qualidade dessas águas, pois depende da relação entre as vazões do esgoto lançado e do corpo receptor, o fenômeno da autodepuração (NUVOLARI, 2011).

O esgoto sanitário é gerado a partir da água de abastecimento e sua medida resulta aproximadamente da quantidade de água consumida. A composição do esgoto sanitário é de 99,9% de água e apenas 0,1% de sólido; e 75% desses sólidos são matéria orgânica em processo de decomposição. Nesses sólidos, proliferam microrganismos que são oriundos de fezes humanas, podendo ocorrer organismos patogênicos, dependendo da saúde da população contribuinte (NUVOLARI, 2011). O lançamento de esgoto em um corpo d'água resulta, indiretamente, no consumo de oxigênio dissolvido. As bactérias decompositoras deste resíduo utilizam o oxigênio disponível no meio líquido, para a sua respiração durante o processo de estabilização da matéria orgânica (SPERLING, 2014).

O processo do consumo de oxigênio dissolvido e da autodepuração ocorre quando o corpo receptor se normaliza, por meio de mecanismos puramente naturais. A autodepuração está associada ao restabelecimento do equilíbrio no meio aquático, após as alterações causadas pelo lançamento de esgotos. O ecossistema de um corpo d'água antes do lançamento de esgotos encontra-se em um estado de equilíbrio. Após o lançamento deste resíduo, o equilíbrio natural é afetado, resultando numa desorganização inicial, seguida por uma tendência à reorganização posterior (SPERLING, 2014).

A captação de água para abastecimento pode ser feita em mananciais superficiais, que podem ser córregos, rios, lagos e represas, ou em mananciais subterrâneos que constituem importantes reservas estratégicas para suprimento de água. Geralmente a água subterrânea não precisa de tratamento para abastecimento, devido ao processo natural de filtração do subsolo. Incluem as nascentes, as galerias de infiltração, os poços rasos e profundos. Já os aquíferos

são as camadas subterrâneas, que podem conter água. (PHILIPPI JÚNIOR, 2005). As vantagens da captação das águas subterrâneas em relação aos mananciais superficiais são a melhor qualidade, redução do custo de adução e a vulnerabilidade à poluição (LIBÂNIO, 2010).

Porém, a poluição das águas subterrâneas apresenta um agravante especificamente em relação à dos cursos superficiais de água. Sendo que não há a autodepuração, os efeitos da poluição da qualidade da água podem continuar ocorrendo mesmo anos após cessar a fonte de contaminação. O caso mais sério é a relação entre fossas e poços. No Brasil, aproximadamente um terço da população não possui sistemas de coleta de esgotos, elevando-se a contaminação de águas subterrâneas pelo uso de fossas, construídas, com frequência, fora de normas (LIBÂNIO, 2010).

As comunidades de pequeno porte utilizam, na maioria das vezes, os poços freáticos para seu abastecimento, geralmente sua construção e manutenção são precárias e é relativamente comum a alteração da qualidade da água por contaminação bacteriana (PHILIPPI JÚNIOR, 2005).

No Brasil, a maioria das pequenas comunidades é abastecida por poços freáticos que fazem a captação em águas subterrâneas, bastante susceptíveis à contaminação. Já o uso de fossas ocorre em função da inexistência de redes coletoras de esgoto, resultando no emprego extensivo desta alternativa, podendo contaminar os poços freáticos (LIBÂNIO, 2010). Nas localidades rurais as águas subterrâneas são amplamente exploradas por serem o recurso mais econômico; esses poços são perfurados para exploração da água, porém oferecem um abastecimento não tratado e sem monitoramento ou proteção sanitária (TONETTI et al., 2010).

Atualmente, nas localidades rurais do Brasil, o quantitativo de coleta seguido de tratamento é insatisfatório, com áreas onde existem as redes coletoras de esgoto sem tratamento, porém a maior parte dos esgotos gerados nestas

localidades tem seu destino em fossas rudimentares (IBGE, 2011). Este tipo de fossa rudimentar é a mais comum e serve 48% da população rural do país, a qual, juntamente com a não coleta/tratamento e com outros métodos, corresponde ao percentual da população rural não contemplada com destino adequado do esgoto. São assim incluídas, porque as fossas rudimentares proporcionam a infiltração de esgoto no solo, não evitando a contaminação das águas superficiais e subterrâneas (COSTA; GUILHOTO, 2014).

2.3 O impacto social relacionado à falta de saneamento

A alteração da água por meio da poluição e da não racionalização do seu uso vem dificultando o seu tratamento, aumentando os riscos à saúde humana pelo seu consumo e intensificando a escassez hídrica (HELLER, 2010). Diversos estudos mostram que as alterações ambientais provocadas pela ação antrópica, alterando consideravelmente os ambientes naturais, consumindo recursos naturais sem critérios adequados e poluindo o meio ambiente físico, aumentam o risco de proliferação de doenças e atuam de forma negativa na qualidade de vida das pessoas (PHILIPPI JÚNIOR, 2005).

Existem vários registros sobre a relação entre a água de consumo humano e a saúde, datados dos tempos imemoriais. Na década de 1980 houve um esforço mais sistemático para compreender as relações entre o saneamento e a saúde, chamada de década Internacional do Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário, decretada pela Organização das Nações Unidas. A partir de então, passou-se a possuir um conjunto mais consistente e numeroso de estudos sobre essas doenças, que avaliam essa relação, possibilitando extrair valores médios da redução nas ocorrências epidemiológicas, oriundas da implantação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário (HELLER, 2010).

A partir do final do século XIX iniciou-se a compreensão quanto às formas de como a transmissão de doenças infecciosas se processa, de acordo com os conhecimentos científicos modernos, que deram origem à microbiologia. A identificação dos microrganismos possibilitou confirmar a ação dos agentes biológicos, de seu papel na transmissão de doenças e de sua presença na água (HELLER, 2010). O ramo da biologia que trata dos microrganismos é a microbiologia. Os microrganismos assumem um papel de grande importância dentre os seres vivos, em termos da avaliação da qualidade da água, devido à sua grande predominância em determinados ambientes, à associação com as doenças ligadas a água ou à sua atuação nos processos de depuração dos dejetos (SPERLING, 2014).

Os mecanismos principais de transmissão de doenças pela água podem ser por transmissão que ocorre pela insuficiência da quantidade de água, provocando higiene insuficiente, ou por agentes biológicos, em que há a transmissão de agentes biológicos patogênicos por ingestão de água contaminada (SPERLING, 2014).

Outras formas de transmissão de doenças por veiculação hídrica destacam-se ainda aquelas doenças transmitidas por mosquitos, que se propagam na água. A população necessita recorrer ao armazenamento em vasilhames (tambores, latões, baldes...); em casos de ausência de fornecimento contínuo de água e de instalações domiciliares completas, estes vasilhames se tornam locais propícios ao desenvolvimento dos mosquitos. Outro fator é devido ao tratamento inadequado, à presença de agentes químicos na água e aos efeitos crônicos e agudos que podem provocar; o que também é objeto de crescente preocupação (HELLER, 2010)

A ineficiência ou ausência do sistema de água e esgoto, associado à falta de conscientização e informação para o hábito da higiene, são responsáveis por 7% de todas as mortes e doenças em todo mundo (Junior, 2005). Todo ano, um

número considerável de crianças morre no mundo de doenças diretamente relacionadas às condições insuficientes de abastecimento de água e de esgotamento sanitário (HELLER, 2010).

A melhora alcançada nos indicadores de saúde pública, nos países desenvolvidos, estava relacionada ao conjunto de fatores econômicos, sociais e ambientais conquistados na segunda metade do século XIX. Os esforços governamentais e não governamentais para melhorar as condições ambientais foram os fatores primordiais para estas conquistas, em especial, os sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e resíduos sólidos. Já no Brasil, ao longo da história, os modelos de desenvolvimento adotados tiveram como resultados impactos sociais, econômicos e ambientais, provocando aumento das diferenças regionais, excessiva concentração de renda e riqueza, resultando na exclusão social (PHILIPPI JÚNIOR, 2005).

A morbidade é o indicador que permite avaliar o impacto do sistema de abastecimento de água nas doenças por veiculação hídrica, por causa do grande número de pacientes que procuram os serviços de saúde, aumentando os investimentos no setor que poderiam ser evitados. A redução dessas consultas médicas está interligada à disponibilização de água de boa qualidade para a melhoria da saúde pública, por atuar diretamente na eliminação do fator de risco a que as crianças estão expostas. Como isso, ocorre um considerável alívio orçamentário nos setores de previdência e saúde, pela redução de tratamento médico, consultas e internações hospitalares (PHILIPPI JÚNIOR, 2005).

No Brasil, há uma grande tarefa a ser cumprida, no sentido de prover saneamento a todos, assegurando uma relação sustentável com o ambiente e protegendo a saúde. A carência de sistemas de água e esgoto suficientes para as populações constitui uma das maiores dívidas sociais ainda persistentes em nosso país (HELLER, 2010).

De modo a reduzir os riscos de doenças a partir do acesso universal ao saneamento, a legislação brasileira estabelece a saúde como direito de todos. O sistema existente está sendo capaz de contribuir nas demandas sanitárias, mas não conseguiu atender todas as regiões do país. O sistema demanda discussões sobre inovação. A lei define os subsídios como possibilidades econômicas para atingir a universalização do acesso ao saneamento básico e estabelece os princípios fundamentais de universalização do acesso, especialmente para populações de baixa renda e localidades de pequeno porte (JULIANO et al., 2012).

2.4 Os aspectos legais do saneamento

No Brasil, somente em 2007 surgiu a Lei 11.445 que estabelece as diretrizes de saneamento básico, envolvendo o sistema de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e resíduos sólidos, sendo sem dúvida, um instrumento base para a construção do bem-estar sadio e completo do meio ambiente urbano e das localidades rurais. A lei especifica a abrangência dos termos de saneamento básico; a gestão associada, a prestação regionalizada, o controle social, os subsídios e a localidade de pequeno porte (MILARÉ, 2013).

A lei é inovadora para o setor de saneamento e é garantia de sustentabilidade econômico-financeira. A questão é de suma importância, na medida em que deixa claro o reconhecimento do aspecto econômico da atividade de saneamento, pela opção legislativa. Contudo, aborda a adoção de modelo capitalista, deixando evidente que a atividade deve ser mantida com o resultado de sua própria atuação. Por isso afasta a possibilidade de recursos e subsídios públicos (MILARÉ, 2013).

As recentes experiências internacionais e nacionais de gestão privada na área de saneamento, por meio de concessões por tempo determinado, vêm sendo

sistematicamente analisadas e criticadas por uma série de autores, principalmente de outros países, que verificam falhas e incoerências nesse modelo; e com o auxílio de evidências empíricas vêm desconstruindo seus discursos e rebatendo argumentos favoráveis à sua adoção. Há, porém um conjunto de outros especialistas que acentuam suas vantagens e benefícios, o que torna, evidentemente, um tema controverso (OLIVEIRA; HELLER, 2011).

Outra divergência é a indefinição sobre a titularidade do sistema de saneamento nas regiões metropolitanas, gerando a necessidade de integração da infraestrutura, devido à consolidação da mancha urbana abrangendo várias cidades. Tema hoje discutido no Superior Tribunal Federal, que antes da decisão final da Corte Suprema acabará sendo solucionado pelos atores sociais. Novas modalidades contratuais já são discutidas e formalizadas (MILARÉ, 2013).

O município não terá titularidade exclusiva se o saneamento básico for um serviço ambiental. O saneamento básico relaciona-se diretamente ao meio ambiente, dificultando seu tratamento de forma exclusivamente localizada, criando uma incompatibilidade com abrangência territorial do serviço (MILARÉ, 2013).

A falta de vontade política para discutir estes instrumentos relacionados à sustentabilidade do saneamento e à carência de leis apropriadas para regulamentarem questões conflitantes podem ser fatores explicativos para a deficiente qualidade da prestação dos serviços. As concessionárias usualmente correm riscos e procuram cobrar por isso, devido a essa indefinição no ambiente regulatório. Para proteger as empresas de situações que poderiam suportar, os reajustes das tarifas são incorporados sem regras claras. Assim, os usuários se veem obrigados a arcar com custos que poderiam ser atribuídos a outros agentes envolvidos (OLIVEIRA; HELLER, 2011).

Porém, é por meio das políticas públicas que o Estado consegue se organizar para solucionar os problemas existentes e atingir as metas de

desenvolvimento sustentável. Metas estas que são compostas por diretrizes, leis e princípios que direcionarão as ações do poder público, sendo de suma importância a participação da sociedade na formulação dessas políticas. O saneamento básico exige atenção do estado na prática de modelos de gestão por parte do poder público e na sua regulamentação. A legislação do saneamento veio para organizar esta lacuna, porém ainda falta muito para que o sistema de saneamento seja sustentável nos termos econômicos, ambientais e sociais (MILARÉ, 2013).

Analisando neste sentido, com uma visão multidisciplinar, envolvendo os aspectos da mudança de pensar e viver, é que deparamos com o alvo do desenvolvimento sustentável, em que se busca o desenvolvimento no tripé da sustentabilidade, com base na transformação do comportamento humano. Portanto, as políticas públicas devem se interagir para garantir a sustentabilidade do conjunto e também garantir que todos tenham os direitos previstos na constituição (MILARÉ, 2013).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O desenvolvimento sustentável

Desenvolvimento sustentável é o atendimento às necessidades do presente, sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades (ONU, 1998).

O desenvolvimento tecnológico da humanidade foi inigualável nos últimos 300 anos. Em todos os campos da ciência, em nenhum outro período histórico foram feitas tantas descobertas, gerando uma incrível capacidade de produção e de controle de elementos naturais. Porém, na segunda metade do século XX é que se deu início a um movimento ambiental mundial, que se traduziu em inúmeros encontros, tratados, conferências e acordos assinados pelos países do mundo. Na última década do século XX, surgiu uma nova visão de desenvolvimento que não somente envolve o meio ambiente natural, mas revela que a qualidade de vida dos seres humanos passa a ser a condição para o progresso e também inclui aspectos sociais e culturais numa posição de destaque (DIAS, 2011).

A concepção do desenvolvimento sustentável direciona a atual discussão sobre a questão ambiental em qualquer setor das atividades humanas, embora de princípios aparentemente simples. Os objetivos do desenvolvimento sustentável estão baseados na perspectiva da exploração atual dos recursos naturais desde que sejam preservados para as gerações futuras (DIAS, 2011). Porém, uma das dificuldades consiste no fato de que as gerações futuras não participam das decisões de hoje, somente a consciência elevada de preservação da espécie e da própria vida é que serve de motivação às pessoas, o que nem sempre acontece com os políticos e gestores da nossa atualidade (MOURA, 2011).

O desenvolvimento sustentável é um conceito amplamente utilizado, porém, não existe uma única visão do que seja. A maioria pensa que alcançar o desenvolvimento sustentável é obter o crescimento econômico contínuo, utilizando o manejo mais racional dos recursos naturais, menos poluentes e da utilização de tecnologias mais eficientes (MOURA, 2011).

Mas para outros, o desenvolvimento sustentável é antes de tudo um projeto político e social, instrumento para combater a pobreza, satisfazer às necessidades básicas da humanidade e elevar a qualidade de vida das pessoas. Oferece as orientações e princípios para o desenvolvimento harmônico da sociedade, considerando a transformação sustentável dos recursos ambientais, ou seja, para estes sugerem novas atitudes, nas quais sustenta a civilização, pela construção de uma nova racionalidade, já a maioria se trata somente de compatibilizar o meio ambiente com um crescimento econômico contínuo (DIAS, 2011).

O desenvolvimento tem sido exceção histórica e não regra geral. Pensava-se que o crescimento econômico traria naturalmente o desenvolvimento sustentável (VEIGA, 2005). Somente dentro da visão de desenvolvimento sustentável é que o crescimento econômico pode ser feito, ou seja, manter um determinado recurso, usado por esta geração e pelas gerações futuras disponível indefinidamente. Na realidade, é preciso lembrar que existem várias vertentes desse conceito, quando se fala em desenvolvimento sustentável, quais sejam o desenvolvimento social, o ambiental, o econômico, político e tecnológico. Uma gestão com responsabilidade ambiental consegue conciliar requisitos de melhor qualidade de vida com necessidade de crescimento econômico (MOURA, 2011).

A transição de um sistema de desenvolvimento consumista a um sustentável, que mantenha a harmonia com a natureza, tem múltiplas implicações. Requisita expandir nossa visão e relação à sociedade e ao meio ambiente, e também modificar a organização social e produtiva que produz a

pobreza e a desigualdade, assim como a criação de novas relações sociais cujo eixo já não será a ânsia de lucro e as práticas produtivas predatórias, mas o bem-estar humano. O conceito dá margem a pontos de vistas diferentes que se baseiam, de modo geral, no equilíbrio entre os três eixos da sustentabilidade, que são: o crescimento econômico, a equidade social e a preservação ambiental (DIAS, 2011).

O predomínio de qualquer um desses eixos torna-se manifestação de interesses de grupos e desvirtua o conceito de sustentabilidade, tornam-se interesses isolados, a parte do conceito mais geral, que é o interesse da humanidade em um todo (DIAS, 2011). Possuir recursos para aplicar não seria a condição suficiente para proporcionar um futuro melhor para a massa da população. Mas quando o projeto social efetiva e prioriza a qualidade das condições de vida de uma geração, o crescimento se transmuta em desenvolvimento (VEIGA, 2005).

O tripé da sustentabilidade surgiu na década de 1990 e vem crescendo o conceito no mundo todo, que reflete um conjunto de processos, valores e objetivos que uma gestão deve direcionar os valores nestes três pilares: econômico, social e ambiental. No Brasil é conhecido como o tripé da sustentabilidade, conceito que tanto pode ser aplicado de maneira macro, para um país ou o próprio planeta, como micro, numa residência, numa pequena vila, numa escola ou numa empresa (DIAS, 2011). A figura 1 representa o tripé do desenvolvimento sustentável.

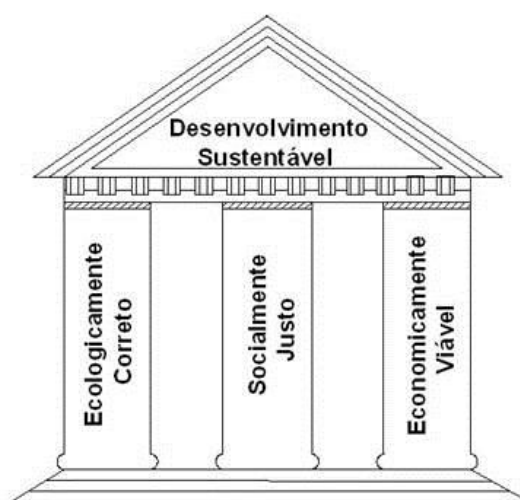


Figura 1 Tripé do Desenvolvimento Sustentável

Fonte: Duarte et al. (2007)

3.2 A sustentabilidade do saneamento

Estimou-se em 2009 que apenas 25% da população rural do país tiveram acesso ao tratamento de esgoto ou à rede de coleta. Quando se observa as diferentes regiões do país, identifica-se que as características nas condições da coleta de esgoto na área rural são diversificadas. Enquanto nas regiões Sudeste e Sul, 34 e 48% da população rural, respectivamente, tiveram acesso à rede coletora de esgoto, as regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste apresentaram, respectivamente, 9, 24, 16% do esgoto coletado (IBGE, 2011).

É uma meta mundial até 2015 a redução pela metade, do acesso sustentável e permanente ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitário. A Organização das Nações Unidas, por meio dos estados membros, estipulou estas metas para o saneamento. No entanto, o sistema de saneamento se encontra em um período complexo, pois em função das diretrizes da política, existe uma questão, se as metas de universalização serão atingidas dentro deste prazo,

atendendo às metas do milênio e às normas constitucionais (JULIANO et al., 2012).

O serviço de saneamento no Brasil vem passando por incoerências, tanto no sistema de abastecimento de água quanto no sistema de coleta e tratamento de esgoto. No abastecimento de água, destaca-se o nível de perdas, que pode chegar a ser de 43% de toda a água produzida. No sistema de esgoto apenas 34% das residências possuem ligação com a rede coletora de esgoto, ou seja, dois terços das residências lançam seus esgotos in natura em locais não apropriados, poluindo lençóis freáticos, rios e mares (JULIANO et al., 2012).

A ausência de coleta de esgoto, que proporciona o aumento da poluição, leva ao aparecimento de diversos problemas socioeconômicos (SAMPAIO; SAMPAIO, 2007). O saneamento proporciona a atuação de múltiplos agentes em uma ampla rede institucional, devido ao impacto na qualidade de vida, na educação, no trabalho, na saúde e no ambiente. O Brasil, está marcado por um déficit ao acesso e uma desigualdade, principalmente em relação à coleta e tratamento de esgoto (LEONETI; PRADO; OLIVEIRA, 2011).

Os investimentos em saneamento no Brasil ocorreram pontualmente nas décadas de 1970 e 1980. Em consequência disso, ainda estamos marcados por um grande déficit ao acesso e uma desigualdade principalmente em relação ao sistema de coleta e tratamento de esgoto. Existe uma quantidade significativa de recursos a serem investidos e atualmente, o setor tem recebido maior atenção governamental. No entanto, esses investimentos devem atender aos padrões de qualidade, especificados na legislação do setor, com a finalidade de garantir a sustentabilidade do sistema e gerar os benefícios esperados quanto à melhoria da qualidade e quantidade da água e dos índices de saúde pública (LEONETI; PRADO; OLIVEIRA, 2011).

Os investimentos em saneamento devem visar ao conceito de desenvolvimento sustentável, atendendo aos requisitos ambientais, sociais,

econômicos e técnicos, de forma a proporcionar a conservação e preservação do meio ambiente e dos recursos hídricos, refletindo diretamente no planejamento das ações de saneamento básico (LEONETI; PRADO; OLIVEIRA, 2011).

A incorporação do conceito de desenvolvimento sustentável nas empresas de saneamento tem se apresentado mais como uma forma de as empresas assumirem uma gestão mais eficiente, como produção mais limpa e práticas identificadas com ecoeficiência, do que uma mudança de percepção do nível de consciência das empresas, visando a um desenvolvimento econômico mais sustentável.

Para que as empresas se tornem agentes de um desenvolvimento sustentável, ambientalmente correto, socialmente justo e economicamente viável, ainda falta muito. As empresas têm que ser economicamente viáveis do ponto de vista econômico, conforme a sustentabilidade prevê. Porém, as empresas são vistas cada vez mais como sistemas sociais organizados em que se desenvolvem relações diversas, além das estritamente econômicas (DIAS, 2011).

A responsabilidade social é um dos aspectos mais solicitados do movimento gerado em torno da questão ambiental, tanto de indivíduos quanto de empresas, sejam do setor público, do setor privado ou do terceiro setor. A responsabilidade social tem-se traduzido em adoção de práticas que extrapolam os deveres básicos, em questões ambientais, tanto do cidadão quanto das empresas. O conceito de responsabilidade social promove um comportamento que atenda às expectativas da sociedade em relação às empresas e que integra elementos sociais e ambientais que não necessariamente estejam contidos na legislação (PHILIPPI JÚNIOR, 2005).

Nesta nova forma de concepção empresarial, a atividade econômica deve se orientar pelo significado que esta adquire na sociedade como um todo e

não somente por uma lógica de resultados. As iniciativas vão além da obrigação de cumprir a legislação em matéria ambiental ou social (DIAS, 2011).

A partir desse quadro torna-se necessário que ocorram alterações na percepção em relação ao desenvolvimento para que os benefícios proporcionados pela água sejam alcançados, dependendo dos hábitos da população. Programas de educação ambiental devem ser incorporados na implantação de sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, com o fim de preparar a população para usar a água da melhor maneira possível evitando contaminações e desperdícios. Quando aplicado a temas ambientais de forma interdisciplinar, a educação é um poderoso instrumento de apoio ao desenvolvimento sustentável (PHILIPPI JÚNIOR, 2005).

Quando voltada especificamente para o meio ambiente, a educação engloba processos em que as coletividades e o indivíduo constroem valores sociais, habilidades, atitudes, conhecimentos, e competências voltadas para a conservação do meio ambiente (PHILIPPI JÚNIOR, 2005). Mecanismos para tomada de decisões sobre o serviço de abastecimento de água e esgotamento sanitário e a participação da comunidade na gestão destes serviços têm sido crescentemente reconhecidos como um requisito principal para o bom êxito. Determina a abertura de canais para a participação do cidadão e com isso se torna uma demanda legítima de uma sociedade democrática (HELLER, 2010).

A participação social vem sendo reconhecida em sua importância central a ponto de o Banco Mundial, na década de 1980, defender, para o sistema de água e esgoto rural, que o principal papel deve ser exercido não por quem tente ajudá-la, mas pela própria população local, sendo que essa população deve ser o tomador de decisão primário, o organizador primário, o fiscalizador primário e o investidor primário (HELLER, 2010).

3.3 Os fatores econômicos do saneamento

Em todas as fases do processo econômico são analisados interações e impactos sobre o meio ambiente e a sociedade, em maior ou menor grau. O meio ambiente é modificado continuamente por essa atividade econômica, ao interagir com todas as atividades humanas. A variável econômica está sempre presente nessa interação. A consciência dos empresários constitui-se em fatores que forçam a uma nova postura, acrescidos da implantação de novas leis, pressões de consumidores e as demandas. Os investimentos requerem uma análise econômica de viabilidade na busca da melhoria contínua de desempenho ambiental e social, abrangendo a realização de todas as atividades gerenciais, desde o projeto até a seleção de sistemas e equipamentos e sua instalação e operação (MOURA, 2011).

Na engenharia deve-se sempre procurar obter eficiência, segurança e sustentabilidade. A comparação do custo estimado de um determinado projeto com os benefícios esperados é o propósito da análise de custo e benefício. Podem-se estimar quais seriam os danos, se caso não fosse realizado, aquele projeto. Como são os casos de custo para tratamento de águas residuais descarregadas antes de sua reutilização e quais seriam as despesas com o tratamento de saúde das pessoas (MOURA, 2011).

Pode haver situações em que um projeto não seja financeiramente viável, mas sim economicamente. Da mesma forma, é possível existir projetos não viáveis economicamente, gerando, portanto, prejuízos para a sociedade, ou projetos que sejam viáveis financeiramente, gerando resultados para seus proprietários (ANJOS JÚNIOR, 2011). A dificuldade em se estabelecer valor para um bem ambiental é um dos maiores problemas constatados ao se estudar economia ambiental. Atualmente há uma possibilidade a uma maior realização de análises e ao desenvolvimento de técnicas que possam de forma confiável,

avaliar o preço dos bens naturais, como é o caso dos recursos hídricos (MOURA, 2011).

A falta de abastecimento de água potável e de esgotamento sanitário nas comunidades é um dos principais problemas ambientais existentes. Sendo que nas zonas rurais e construções das periferias das grandes cidades são onde ocorrem na maioria das vezes estes problemas. Segundo diversas fontes, as doenças por veiculação hídrica representam a maior parte dos casos de internações hospitalares do Brasil. Este problema é consequência da dificuldade dos governantes em promover um eficiente gerenciamento (MOURA, 2011).

A falta de condições adequadas de saneamento, no que se refere ao abastecimento água e ao esgotamento sanitário, conforme vários estudos econômicos que correlacionam saneamento e saúde, demonstra claramente que é uma das principais causas da mortalidade na infância e interfere na Política de Universalização do Saneamento (JULIANO et al., 2012). A falta de recursos financeiros para investimentos não é, absolutamente, o maior desafio estratégico que se coloca aos gestores do saneamento no Brasil. A capacidade de aplicação eficiente dos recursos ainda é o maior desafio (ANJOS JÚNIOR, 2011).

3.3.1 Planejamento do sistema de saneamento

O saneamento proporciona sua grande importância para a preservação e conservação dos recursos hídricos e também a ação preventiva e satisfatória para a qualidade de vida do cidadão nas questões relacionadas à saúde pública. Porém, em algumas áreas para atendimento à população, os recursos para os investimentos necessários ainda são escassos, especialmente à população de baixa renda e pequenas localidades (JAVAREZ JÚNIOR; PAULA JÚNIOR; GAZZOLA, 2007). Uma gestão de saneamento voltada para o desenvolvimento sustentável abrange a compreensão e o estudo dos fatores econômicos,

ambientais, sociais, políticos, e tecnológicos que acompanharam a história da humanidade, possibilitando, um questionamento sobre as direções a serem priorizadas e os diferentes modelos de desenvolvimento adotados (PHILIPPI JÚNIOR, 2005).

Seria insuficiente apenas obedecer aos requisitos técnicos para que um sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário atinja seu objetivo final de atender às comunidades de forma universal, protegendo a saúde das pessoas e com qualidade. Se o serviço não se organiza para assegurar sua sustentabilidade, de nada vale um sistema concebido de forma apropriada, projetado, operando apropriadamente e construído segundo técnicas modernas (HELLER, 2010).

Não importa a forma de qual modelo de gestão é adotada, o sistema de abastecimento de água, geralmente sob a responsabilidade do mesmo órgão gestor do sistema de esgotamento sanitário, para que seja prestado um serviço de qualidade, necessita possuir uma organização adequada, para fazer frente a possíveis mudanças ao longo do tempo e planejado para sua expansão (HELLER, 2010).

O planejamento é obviamente, o primeiro passo na implantação de um sistema de abastecimento de água e esgoto sanitário. O estudo de concepção é a etapa inicial para projetos de um sistema, analisando como um todo integrado, comparando entre si para a escolha da concepção básica, que deve ser qualitativa e quantitativamente, escolhida a melhor opção sob os pontos de vista ambiental, social, técnico e econômico (NUVOLARI, 2011).

São necessários vários estudos preliminares na fase inicial de um projeto. Compreendendo a caracterização global do sistema a ser projetado, tanto na avaliação quantitativa e qualitativa, quanto na adoção de sistemas de tratamento passíveis de aplicação e análise técnico-econômica dos diversos processos (SPERLING, 2014).

Cada localidade é única em termos da solução para seu abastecimento de água, mesmo aquelas de porte muito pequeno. Uma avaliação do sistema existente, visando a seu aproveitamento, constitui a etapa inicial de um estudo de concepção, pois dificilmente, a comunidade sobre a qual se está planejando uma solução deixa de ter sistemas, a partir dos quais o abastecimento é atualmente realizado (HELLER, 2010).

Uma visão da engenharia mostra-se essencial para assegurar as condições adequadas de abastecimento de água ou de esgotamento sanitário, pois o sistema deve ser planejado, projetado, implantado, operado e mantido.

Porém, a engenharia mostra-se insuficiente para assegurar os reais benefícios atingidos potencialmente pelas obras de engenharia. Portanto, a interação da engenharia com outras áreas de conhecimento como a sociologia, a psicologia social, a geografia, a antropologia, as ciências políticas, a economia, a demografia, as ciências gerenciais e as ciências de saúde, é mais que desejável, é obrigatória. O sistema de saneamento deve evoluir para uma perspectiva a partir de diversas áreas de conhecimento, uma visão interdisciplinar devidamente integrada (HELLER, 2010).

Devido à escassez de estudos científicos sobre o saneamento na área rural, a contaminação das águas de superfície e subterrâneas e do solo decorrentes da falta de tratamento dos esgotos sanitários já é uma realidade que preocupa diversas áreas da sociedade, gerando a necessidade de estudos para o seu tratamento de forma descentralizada e por meio de sistemas com baixo custo de implantação, manutenção e fácil operação. Visando à implantação de sistemas economicamente viáveis, considerando a construção, manutenção e operação; e que permitam investimentos em curto prazo é que existe atualmente, a grande demanda, da real necessidade de estudos na área de saneamento (JAVAREZ JÚNIOR; PAULA JÚNIOR; GAZZOLA, 2007).

No Brasil são utilizadas várias técnicas de tratamento de esgoto sanitário, desde os mais simples processos aos mais sofisticados sistemas de tratamento. O processo anaeróbio é uma alternativa economicamente viável para o sistema de tratamento de esgotos sanitários e tem recebido especial atenção em estudos desenvolvidos. Existe um número considerável nos estudos tecnológicos para o tratamento de esgoto, a viabilização de projetos de sistemas de tratamento de esgotos com grande eficiência. Porém, todos estes estudos tecnológicos estão voltados, de maneira geral, para o tratamento em grandes cidades relacionado a grandes volumes de esgoto sanitário (SILVA; NOUR, 2005).

Nas localidades rurais, de modo geral, pouca atenção se dá ao tratamento de resíduos líquidos, gerados nas propriedades rurais, principalmente os esgotos sanitários. Estes esgotos têm quantidade considerável, lançada sem o devido tratamento nos corpos d'água próximos desta propriedade, apesar de não apresentarem concentração elevada de compostos poluidores, são prejudiciais ao meio ambiente. São cada vez mais onerosos e sofisticados os sistemas de tratamento das águas superficiais destinadas ao abastecimento municipal e rural, por esta razão não podem receber qualquer tipo de tratamento.

As características dos esgotos e das possibilidades locais são o que define o grau de tratamento necessário. Alguns estudos voltados para o tratamento de esgoto sanitário propõem desenvolver tecnologias adequadas à população rural, destacando-se que constituem uma alternativa economicamente viável, o sistema de tratamento anaeróbio de baixo custo, como lagoa de estabilização, reatores anaeróbios, tanques sépticos, água de reuso e disposição no solo, leitos cultivados e outros (SILVA; NOUR, 2005).

3.3.2 Investimentos para implantação e tarifas

A população que vive na área rural enfrenta sérios problemas relacionados ao saneamento, onde os esgotos são lançados diretamente nos corpos hídricos. Além de trazer impasses à saúde pública, este comportamento contribui para a degradação do meio ambiente. Nesta situação, para poder depurar os esgotos dessas localidades rurais a um custo baixo e ser construído e operado pela própria comunidade, embora pouco qualificada; o emprego de sistemas de tratamento simplificados seria muito vantajoso (TONETTI et al., 2010). O investimento no tratamento do esgoto sanitário é uma solução para a preservação e conservação dos corpos hídricos. Realizado por meio de estações de tratamento de esgoto, que possibilitam a capacidade de autodepuração dos cursos d'água, em um menor espaço e tempo (LEONETTI; PRADO; OLIVEIRA, 2011).

A falta de investimentos no setor, causando ausência de infra-estrutura suficiente no sistema de saneamento, provoca fatores negativos. Os gastos públicos aumentam com a falta destes investimentos, resultando em taxas elevadas de consultas e internamentos hospitalares, provenientes da falta de esgotamento sanitário. Outra questão analisada em relação à eficiência e deficiências das empresas de saneamento seria referente à influência dos ciclos políticos nas instituições públicas (SAMPAIO; SAMPAIO, 2007).

No processo de tomada de decisão, embora não únicos, os estudos econômico-financeiros constituem elemento fundamental (HELLER, 2010). A estimativa total de custos deve abranger o levantamento dos custos de implantação e dos custos de operação (SPERLING, 2014).

A eficiência do sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário é diretamente dependente da manutenção e operação de seus diversos componentes (PHILIPPI JÚNIOR, 2005). Estes sistemas necessitam de equipe

com um nível mínimo de qualificação e com uma quantidade mínima de pessoal para atender serviços como administrativos, construção civil, hidráulicos, eletromecânicos e operação do tratamento (HELLER, 2010).

Os custos do tratamento dos esgotos variam amplamente com as características do esgoto, clima, critérios de projeto, processo adotado, condições locais e custos locais unitários de mão de obra, terreno, materiais e energia (SPERLING, 2014). Um custo muito elevado dentre as despesas de operação de uma instalação de saneamento são as despesas com energia elétrica. Os custos de implantação e operação do sistema devem ser compatíveis com a capacidade de pagamento dos usuários, ou seja, o sistema deve ser projetado e executado caso seu investimento de implantação somados aos seus custos de operação em um determinado período sejam equivalentes à totalização das tarifas no mesmo período (HELLER, 2010).

O Plano Nacional de Saneamento Básico estipula que perante os subsídios cruzados pode-se proporcionar o atendimento às demais localidades em situação de vulnerabilidade, devido à lacuna existente aos subsídios a tarifas e os investimentos necessários à universalização. As tarifas, a fim de compatibilizar aspectos econômicos com objetivos sociais, devem adequar-se ao poder aquisitivo da população, em que todas as camadas sociais terão assegurados os serviços de saneamento básico. Segundo o modelo hegemônico da engenharia as empresas de saneamento foram estruturadas. Em regime de monopólio natural, com normas de sustentabilidade definidas por decreto e pelas regras de acesso a financiamentos. O setor é autorregulado e o direito do usuário não é mencionado (JULIANO et al., 2012).

Os custos e a qualidade dos serviços prestados à população dependem da eficiência do gerenciamento das empresas de saneamento. Indicadores de desempenho são utilizados nestas empresas como controle de perdas de

faturamento, manutenção de ativos, relacionamento com clientes, uso racional e reúso da água, além dos indicadores econômico-financeiros.

A tarifa é uma das questões constantemente tratadas no relacionamento com os clientes, que é o preço cobrado pelo fornecimento da água, seja para reclamação sobre o volume medido ou para emissão de segunda via de conta. A cobrança pela coleta dos esgotos sanitários, diante das dificuldades para se medir os volumes efetivamente esgotados, na maioria das vezes, inclui-se na tarifa de forma proporcional ao estabelecido para a água. Na composição da tarifa são consideradas previsões para devedores, custos dos serviços, amortização das despesas, quantidade consumida, condições ambientais e climáticas das regiões a serem abastecidas, categorias de consumidores e condições econômicas dos usuários. A cobrança procura compatibilizar os aspectos sociais do saneamento básico com a viabilidade econômica da empresa (PHILIPPI JÚNIOR, 2005).

3.3.3 Gestão nas empresas de saneamento

Além de trazer resultados positivos para o ambiente, a sociedade e a economia, uma série de impactos negativos pode ser reduzida pela gestão satisfatória do sistema de abastecimento e esgotamento. Estas preocupações devem estar contidas no conceito de sustentabilidade. Além da questão ambiental, também são variáveis a serem analisadas outras dimensões da sustentabilidade associadas aos recursos hídricos, como a social, a econômica e a política, para uma melhor qualidade de vida para as comunidades. A partir de princípios de sustentabilidade é que todos estes aspectos, de forma integrada, devem ser abordados (MIRANDA; TEIXEIRA, 2004).

Na atual consciência da população, a maioria não importa se a gestão do saneamento é municipal ou estadual, muito menos se é pública ou terceirizada a uma concessionária. Para os usuários, o que importa de fato é a prestação de

serviços de qualidade satisfatória e o atendimento às suas necessidades básicas. Porém, as concessionárias não estão preparadas para oferecer, por um preço socialmente justo, os serviços de saneamento com a qualidade e a universalidade satisfatórias, pois os princípios comerciais, os aspectos econômicos, as estratégias e forças de mercado são prioridades destas empresas. A gestão dos bens públicos, no caso do saneamento, não pode ser planejada da mesma forma que a dos bens privados, mas precisa atender às demandas sociais de forma eficiente, tanto do ponto de vista ambiental como socioeconômico (OLIVEIRA; HELLER, 2011).

As concessionárias estaduais de saneamento têm suas raízes no Plano Nacional de Saneamento, em que foi rompida a autonomia dos municípios nos serviços de saneamento, utilizando-se de medidas autoritárias para concentrar decisões estratégicas de planejamento, financiamento e política tarifária. Esta política forçava a transferência da gestão dos serviços às concessionárias criadas em cada estado (VARGAS; LIMA, 2004). O Plano Nacional de Saneamento, como instrumento para viabilização dos investimentos, tinha as empresas estaduais de saneamento mediante contrato de concessão com os municípios. A organização do plano estava baseada na auto-sustentação por meio de tarifas, para isso eram privilegiadas com investimentos as áreas com população de maior poder aquisitivo. As empresas estaduais passaram a definir as suas próprias tarifas com o fim do plano em 1985 (PHILIPPI JÚNIOR, 2005).

O gerenciamento dos serviços de saneamento básico estava baseado na forma estabelecida na década de 70, executada em muitos casos pelo regime de concessão. A organização dos modelos adotados tinha como pressuposto grandes empresas estaduais, com pouca ou nenhuma participação dos municípios. O gerenciamento dos serviços ignorava qualquer concepção de modelos de gestão pública, sem atendimento aos princípios mais singelos, como

segurança, regularidade, modicidade, continuidade, cortesia, eficiência e generalidade (ANJOS JÚNIOR, 2013).

A lei federal de saneamento se relaciona com os princípios da sustentabilidade, da eficácia, e a utilização de tecnologias apropriadas. Porém, é compatível com o regime de concessão, uma vez que admite tal modalidade de forma oblíqua. As agências reguladoras são responsáveis pela regulação, controle e fiscalização, sendo também responsáveis pelo estabelecimento das regras e normas do sistema e pela própria autofiscalização. Construída como uma espécie de monopólio natural, pois como a prestação do serviço de saneamento, por questões tecnológicas e até operacionais, dificulta seu desenvolvimento em um universo de competição (ANJOS JÚNIOR, 2013). Na ocorrência deste monopólio natural, cria a demanda do prestador de serviço ser submetido a alguma forma de controle social, para não se prevalecer e abusar do poder econômico que a posição única no mercado lhe confere (ANJOS JÚNIOR, 2011).

Reservar ao poder público o direito exclusivo de gerenciar os serviços de saneamento diretamente ou por meio de empresas públicas, constituídas especialmente para este fim, seria uma solução tradicional para evitar o abuso econômico nos monopólios naturais das concessionárias. Outra solução para evitar esta lacuna, tem sido a de conceder para alguma empresa, pública ou privada, o direito de explorar os serviços, mas o estado ainda conta com o poder concedente, podendo cassar a concessão em casos de abusos e ou de prestação insatisfatória dos serviços (ANJOS JÚNIOR, 2011).

A questão maior do saneamento ainda é relativa ao princípio da universalização. O saneamento básico é um serviço ambiental, social e de saúde; no entanto, aparece como atividade com pouco ou nenhum retorno financeiro (MILARÉ, 2013). A universalização dos serviços de saneamento demanda o atendimento às necessidades de uma grande parcela da população cuja renda é

insuficiente para cobrir os custos operacionais de tais serviços (ANJOS JÚNIOR, 2011).

Atualmente há um grande descaso e conflitos entre a busca do lucro e a universalização do saneamento, principalmente nas localidades de pequeno porte, nas quais o serviço de saneamento é prestado graças ao “subsídio cruzado”. Nestas comunidades, todas as despesas de expansão, manutenção e operação do sistema de água e esgoto superam, em muito, as tarifas arrecadadas localmente (MILARÉ, 2013).

3.4 O município de Divinópolis/MG e a comunidade de Amadeu Lacerda

No Brasil e especialmente em Minas Gerais, muitas cidades surgiram em função de suas riquezas naturais, por conterem minerais preciosos em suas terras ou simplesmente porque serviram de passagem e pouso para os bandeirantes, exploradores e aventureiros que se enveredavam nos sertões das gerais em busca de ouro e diamante. Esse quadro marcou o início de um pequeno povoado que, aproximadamente 250 anos mais tarde, se transformaria em uma cidade de mais de mais 200 mil habitantes e pólo de referência para o Oeste mineiro, a atual Divinópolis.

O município de Divinópolis encontra-se na região Oeste de Minas Gerais e possui uma área de 716 km², equivalente a 0,12% da área do Estado, com uma a área urbana de 192 km² de extensão territorial e população de 216.099 habitantes, segundo dados da estimativa do IBGE (2010).

A sede do Município de Divinópolis situa-se na interseção das coordenadas geográficas 20° 8` 21” de latitude sul e 44° 53` 17” de longitude oeste ou das coordenadas UTM E: 512123 e N: 7773124. Limita-se ao norte com Nova Serrana e Perdigoão; ao sul com Cláudio; a leste com São Gonçalo do Pará e Carmo do Cajuru; a oeste com São Sebastião do Oeste e Santo Antônio

do Monte. A figura 2 mostra a localização do município de Divinópolis na região oeste de Minas Gerais.



Figura 2 Localização do município de Divinópolis

Fonte: Plano Diretor Participativo do Município de Divinópolis (DIVINÓPOLIS, 2012)

Divinópolis está na região das terras altas do Sudeste, onde o município encontra-se na faixa hipsométrica entre 600 e 850 m de altitude (DIVINÓPOLIS, 1997). A temperatura média de inverno é de 16° C aproximadamente. A média do mês mais quente fica em torno dos 25° C. O clima do Município está classificado como Cwa mesotérmico, caracterizado por verões chuvosos e invernos secos. A microrregião de Divinópolis esta contida entre as isoietas 1.100 mm e 1.700 mm. Os meses entre dezembro e fevereiro são os mais chuvosos. A direção predominante dos ventos é a sudeste, na maior parte do ano, e a segunda dinâmica se dá na direção nordeste, durante os meses mais quentes. Os meses mais secos são os de outono e inverno (de abril a setembro) (DIVINÓPOLIS, 2009a).

O município se insere no Bioma do Cerrado, mas seu ambiente está profundamente alterado pelas atividades da pecuária, siderurgia e urbanização. Embora o Cerrado seja um dos biomas mais ricos em biodiversidade do Brasil, essa condição não prevalece em Divinópolis: há pouquíssimos remanescentes das condições originais; o campo Cerrado encontra-se, em grande parte, degradado pela atividade pastoril de forma extensiva no município e por práticas agrícolas não adequadas de monoculturas, como soja e arroz, produção carvoeira, do desmatamento causado pela atividade madeireira ilegal e por frequentes queimadas, em parte devido à baixíssima umidade do ar nos períodos de seca e por outra pela ação negligente ou criminoso (MARQUES, 2012). Outro fator de degradação da vegetação é a ocupação urbana, mediante parcelamento do solo (DIVINÓPOLIS, 2006, 2009b).

As principais rodovias de acesso ao município de Divinópolis são a rodovia federal BR-494 e a rodovia estadual MG-050. Estas duas rodovias atravessam a zona urbana do município, tangenciando a área de ocupação mais adensada. A BR-494 cruza a zona urbana no sentido norte-sul. Em sua extremidade norte ela faz entroncamento com a BR-262 no município de Nova Serrana que, por sua vez permite o acesso ao triângulo mineiro e a Belo Horizonte. Ao Sul a BR-494 interliga-se à BR-381 e a São João Del-Rei.

O município de Divinópolis é banhado pelos rios Itapecerica e Pará, tendo sua sede cortada por este primeiro e seus afluentes. O Rio Pará nasce na Serra das Vertentes, próximo ao povoado de Hidelbrando no município de Resende Costa. Seus principais afluentes em Divinópolis são: Rio Itapecerica, Córrego Ferrador, Córrego da Divisa, Ribeirão do Choro e Ribeirão do Varão. A bacia do Rio Pará é uma das mais importantes da bacia do Rio São Francisco, de regime tropical austral, abrangendo 16 municípios, com uma área de 234.347 km² (DIVINÓPOLIS, 2004). A figura 3 mostra a bacia hidrográfica do rio São Francisco.

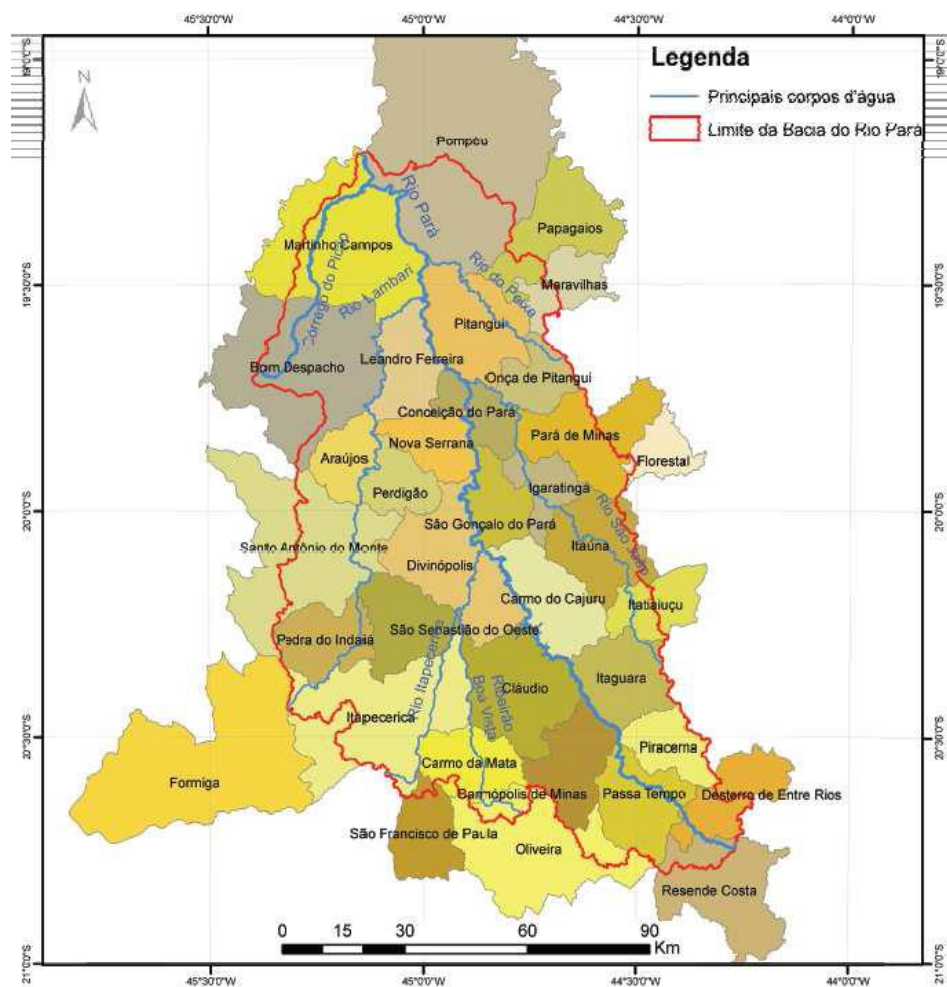


Figura 3 Bacia Hidrográfica do rio Pará

Fonte: Plano Diretor Participativo do Município de Divinópolis (DIVINÓPOLIS, 2012)

A zona rural do município compreende as áreas externas ao perímetro urbano e devem ser utilizadas para atividades compatíveis com a preservação ambiental e atividades socioeconômicas rurais. O adensamento de áreas rurais, por meio de ocupação residencial em lotes menores que o módulo rural, ou mesmo para o uso industrial, gera demandas de serviços urbanos e de

infraestrutura que não são oferecidos na mesma proporção que na zona urbana. Isto alerta para possíveis danos ambientais como poluição, assoreamento de nascentes e problemas decorrentes da ausência de saneamento (destinação inadequada do esgoto, dos resíduos sólidos e fornecimento de água potável).

Em Divinópolis, a partir da década inicial do século XXI, intensificaram-se os parcelamentos irregulares do solo, fora dos limites do perímetro urbano, na forma de chácaras, contrariando toda a legislação federal e municipal vigentes. Este tipo de assentamento ocorre de forma aleatória, sem nenhum critério técnico ou ambiental, e pode representar fonte de sérios problemas, de toda ordem, para o Poder Público, que ainda não estabeleceu controle sobre o processo.

A zona rural de Divinópolis é composta por 45 comunidades, distribuídas nas regiões de planejamento 10 e 11 (zona rural Noroeste e zona rural Sudeste), com os respectivos núcleos geradores de Santo Antônio dos Campos e Buritis. As duas regiões compreendem uma área de 493,24 km². Embora representem uma pequena parcela da população, os moradores da zona rural do município desempenham um papel importante na produção de alimentos local, realizada, principalmente, em unidades voltadas à agricultura familiar. De 1960 a 2010, a população residente no campo caiu 50%, e a urbanização se intensificou consideravelmente. No município de Divinópolis, existiam 9.658 moradores na área rural em 1970, que representavam 12,02% da população total. Em 2010, esses números eram de 5.500 habitantes, que representavam 2,58% do total (MARQUES, 2012). O quadro 1 mostra o crescimento populacional de Divinópolis e a redução da população rural.

Década	População		
	Urbana	Rural	Total
1960	42.195	11.145	53.340
1970	70.686	9.658	80.344
1980	109.596	7.737	117.333
1991	144.429	7.033	151.462
2000	177.973	5.989	183.962
2010	207.516	5.500	213.016

Quadro 1 Crescimento populacional em Divinópolis

Fonte: Plano Diretor Participativo do Município de Divinópolis (DIVINÓPOLIS, 2012)

As comunidades rurais têm características físicas marcadamente urbanas, com lotes pequenos, arruamento e infraestrutura instalados e consolidados e uso residencial predominante segundo o modelo unifamiliar horizontal. Algumas dispõem de equipamentos de uso coletivo e infraestrutura ausentes em muitos bairros da periferia urbana, o que torna anacrônica e inadequada sua condição fundiária legal de zona rural, ensejando a proposição de mecanismos que possam corrigir este tipo de distorção. Os principais núcleos rurais do município são Buritis, Djalma Dutra, Cacôco de Baixo, Branquinhos, Quilombo, Amadeu Lacerda, Córrego Falso, Ferrador e Costas. A figura 4 mostra os núcleos de polarização rural no município.

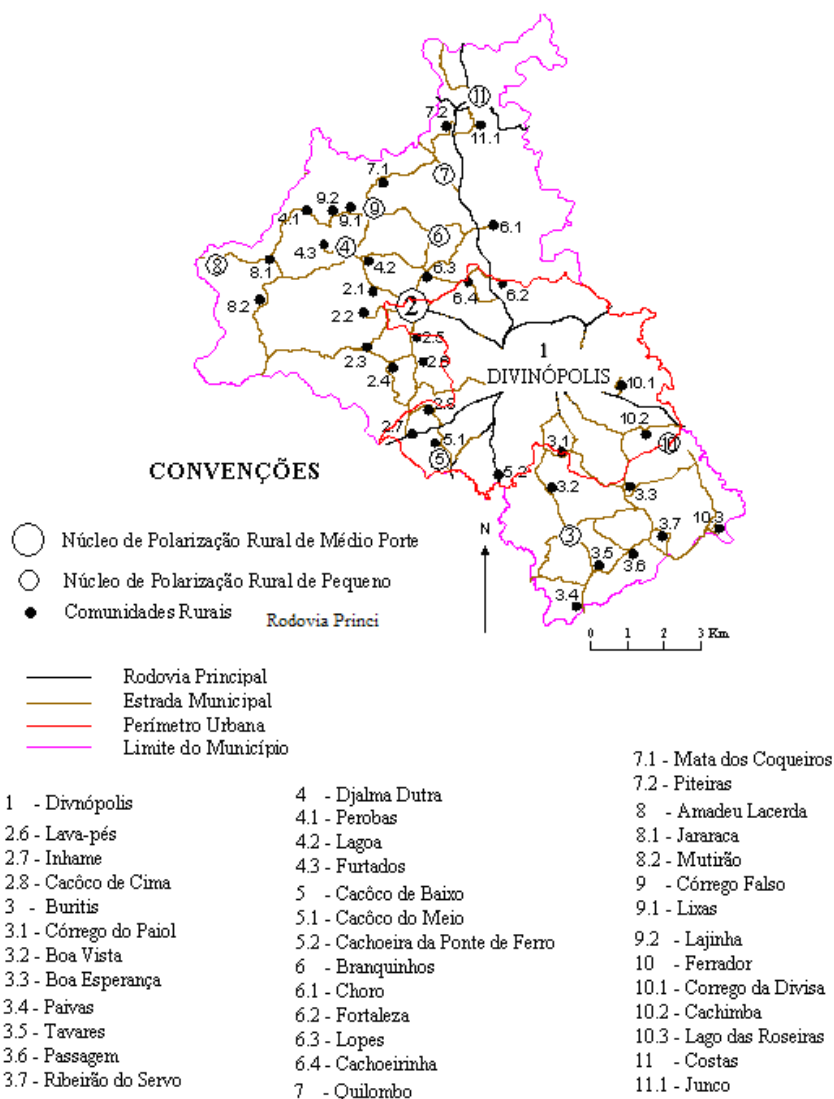


Figura 4 Núcleos de polarização rural

Fonte: Plano Diretor Participativo do Município de Divinópolis (DIVINÓPOLIS, 2012)

Existem comunidades rurais e propriedades que têm potencial para atender ao turismo rural, como é o caso da comunidade de Amadeu Lacerda, que apresenta um perfil bastante peculiar. A comunidade destaca-se com presença de

uma cachoeira na divisa com o município de Santo Antônio do Monte, a produção artesanal e tradicional da cachaça P.O.J., bem imaterial com mais de 150 anos de idade e dispõe de uma estação ferroviária, um bem histórico a ser tombado. A figura 5 mostra a localização da comunidade rural de Amadeu Lacerda.

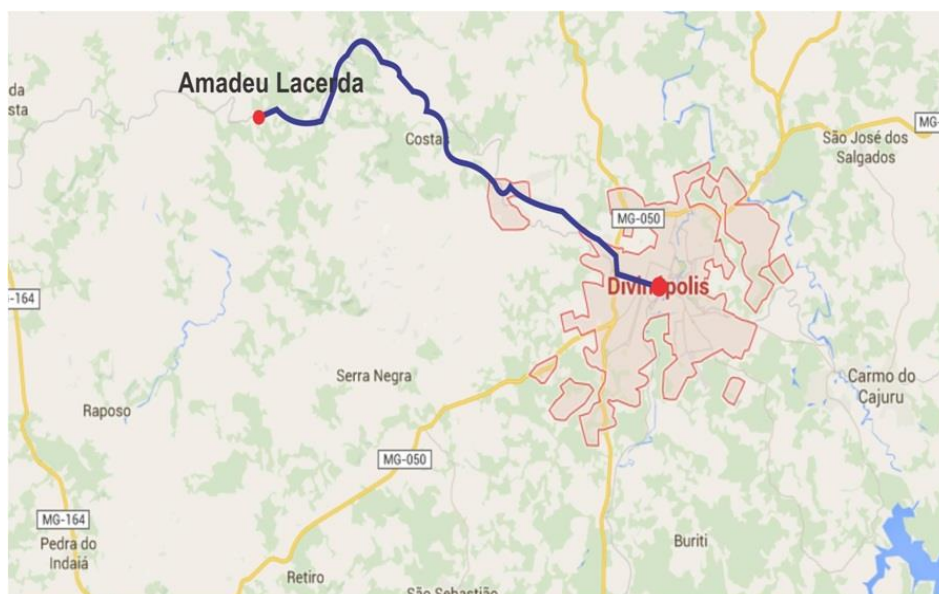


Figura 5 Localização de Amadeu Lacerda

Fonte: Marius (2015)

Localizada a 35 km de distância da sede Municipal, Amadeu Lacerda começou a tornar-se comunidade, quando foi construída a Capela de Santa Luzia por volta de 1936 com a ajuda da população que vivia ali perto e a doação do terreno pelo Sr. Antônio Delfino Filho. A comunidade foi batizada com este nome para homenagear um engenheiro da Rede Ferroviária que trabalhou na localidade. A figura 6 mostra a vista aérea da comunidade. E a figura 7 mostra os equipamentos públicos (igreja e estação ferroviária) em Amadeu Lacerda.

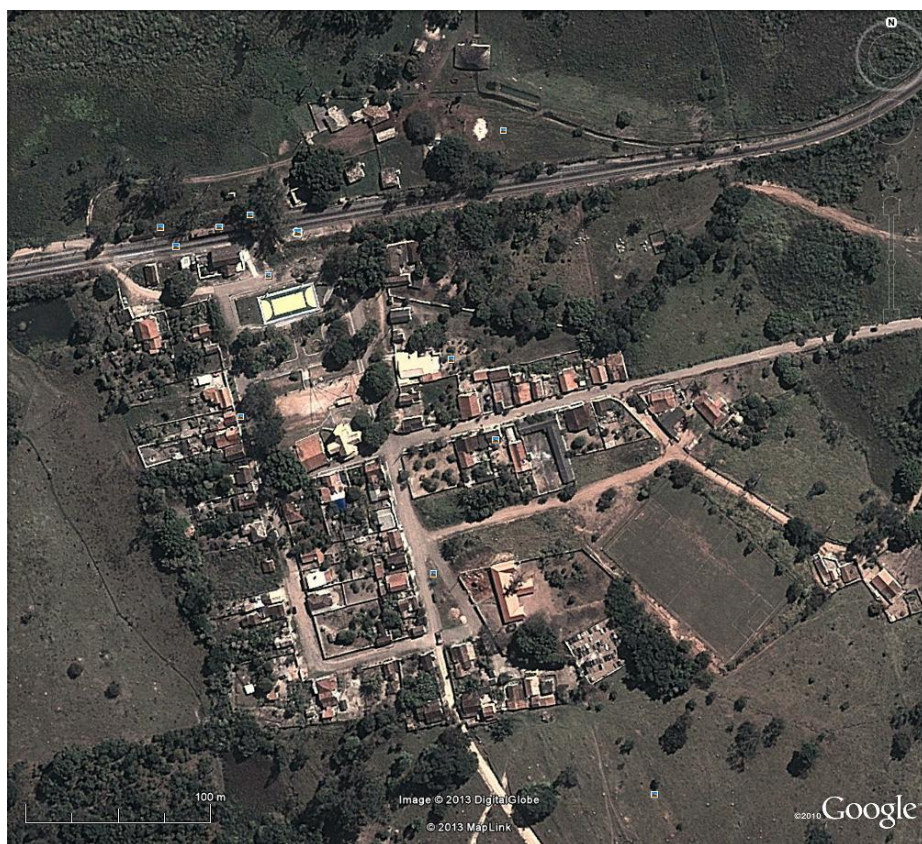


Figura 6 Vista de Amadeu Lacerda

Fonte: Google (2013)



Figura 7 Equipamentos Públicos

Fonte: Marius (2015)

4 METODOLOGIA

O trabalho apresenta-se como uma pesquisa qualitativa e quantitativa. Segundo Lakatos e Marconi (2011), o método qualitativo se preocupa em analisar e interpretar aspectos mais profundos, com amostras reduzidas, e os instrumentos de coleta não são estruturados; já no método quantitativo, os pesquisadores valem-se de amostras e informações numéricas.

Foi realizada uma pesquisa descritiva da comunidade rural de Amadeu Lacerda no município de Divinópolis/MG, um estudo de caso do sistema de abastecimento de água e de esgotamento sanitário além de um levantamento socioambiental das doenças por veiculação hídrica e dos impactos ambientais causados pela falta de saneamento.

Foram pesquisados, através de dados secundários, os dados numéricos de investimentos em saúde no combate às doenças por veiculação hídrica, as multas previstas devido à degradação ambiental, a capacidade de arrecadação por tarifas na comunidade e a análise deste conteúdo em comparação com a sustentabilidade econômica para a implantação e operação de um modelo de sistema satisfatório proposto.

4.1 Caracterização do sistema de saneamento

Foram pesquisadas as características gerais do município de Divinópolis e da comunidade rural de Amadeu Lacerda, com aproximadamente 220 habitantes, que fica situada a 35 km de Divinópolis/MG, bem como as características específicas do sistema de água e esgoto desta comunidade.

No sistema de abastecimento de água, foram pesquisados os equipamentos de captação, reservação, distribuição e seus estados de conservação nas condições atuais. Já no sistema de esgotamento sanitário, foram

diagnosticadas a ausência dos equipamentos de coleta, elevação e tratamento. Os dados foram obtidos em documentos da Prefeitura Municipal de Divinópolis por meio da Secretaria de Obras, da Secretaria de Agronegócio e da Secretaria de Planejamento. Foi realizada uma visita à comunidade para registro fotográfico das características físicas e dos equipamentos.

4.2 Estudos econômicos do saneamento

Foram pesquisadas, em documentos da Prefeitura Municipal de Divinópolis, por meio do cadastro do sistema de abastecimento de água e de esgotamento sanitário da comunidade, as necessidades de equipamentos. No sistema de abastecimento de água, é necessária a aquisição de um reservatório. Já no sistema de esgoto sanitário, serão necessárias as redes coletoras e suas respectivas ligações domiciliares, a estação elevatória e a estação de tratamento de esgoto.

O reservatório de água, a elevatória de esgoto e a estação de tratamento de esgoto foram cotadas na TECNOSANE¹, empresa referência no estado de Minas Gerais no fornecimento de equipamentos no padrão COPASA para pequenas comunidades. Portanto, foram fornecidos todos os dados necessários da comunidade à empresa para que fosse estudada a melhor tecnologia e custo reduzido para o caso específico em estudo.

Para a composição dos custos de fornecimento de materiais e obras das redes coletoras de esgoto sanitário e suas ligações domiciliares, foi utilizada a tabela de preços utilizada pela CEF – Caixa Econômica Federal, SINAPI – Sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção civil de julho de

¹ TECNOSANE – Tecnologia em Saneamento
Rua Eli Moreira Duarte, 355 Bairro Granja Alvorada, Juatuba
Minas Gerais – CEP: 35.675-000

2015. Foram compostos os custos de locação da rede, escavação das valas, regularização do fundo de valas, assentamento dos tubos, reaterro de valas e poços de visitas.

Para composição final do custo de implantação (CI) foi considerada a soma dos valores do reservatório (RE), estação elevatória de esgoto (EEE), estação de tratamento de esgoto (ETE) e redes coletoras de esgoto (RCE), pela fórmula 1 abaixo:

$$CI = RE + EEE + ETE + RCE \quad (1)$$

O consumo de energia da bomba do poço artesiano foi pesquisado em documentos da Prefeitura Municipal de Divinópolis referente ao consumo médio utilizado pela comunidade. Já para a elevatória de esgoto, foi pesquisado em documentos e tabelas da COPASA o consumo médio referente às características de operação do equipamento.

Para a operação do sistema, foram calculados os custos de um funcionário para a execução de serviços gerais por meio da planilha de encargos sociais e trabalhistas, calculados sobre um salário base de um mensalista. Os dados foram obtidos no setor de pessoal da Prefeitura Municipal de Divinópolis. Encargos sociais são taxas e contribuições pagas pelo empregador para financiamento das políticas públicas que beneficiam de forma indireta o trabalhador. Incluem: Seguridade e Previdência Social – INSS, FGTS, Terceiros (Salário-educação, SESI, SENAI, SEBRAE, INCRA). Compreende-se, por encargos trabalhistas, valores pagos diretamente ao empregado mensalmente ou ao final de seu contrato de trabalho, tais como 13º Salário, Férias dentre outros benefícios.

Para a composição final do custo de manutenção e operação (CMO) foi considerada a soma dos valores do consumo de energia elétrica (CE) e do operador do sistema (OS), pela fórmula 2 abaixo:

$$\text{CMO} = \text{CE} + \text{OS} \quad (2)$$

Os serviços de operação e manutenção do sistema geram gastos mensais e, para custear estes gastos, foi utilizada a arrecadação residencial mensal por tarifação conforme regra da COPASA, na qual os valores de cobrança são estipulados pela ARSAE – Agência reguladora do serviço de água e esgoto. A COPASA atua em comunidades de pequeno porte no norte de Minas, similares à Comunidade em estudo, Amadeu Lacerda, por meio da COPANOR. Os valores são estipulados pelo consumo em m³ referentes ao abastecimento de água, à coleta e tratamento de esgoto e ao consumo de energia.

Para a composição final do saldo anual (SA) na manutenção e operação do sistema foi considerada a diferença entre a tarifação (TF) anual e o custo de manutenção e operação (CMO), pela fórmula 3 abaixo:

$$\text{SA} = \text{TF} - \text{CMO} \quad (3)$$

4.3 Estudos ambientais e sociais do saneamento

Na área ambiental, foram pesquisadas as ocorrências ambientais causadas pela falta de tratamento de esgoto sanitário e as penalidades previstas por esta degradação. Já nas questões sociais, foram pesquisadas, no período de um ano, as doenças por veiculação hídrica relacionadas à qualidade da água de abastecimento e os respectivos investimentos em medicamentos no combate a estas doenças. Excluiu-se desta pesquisa os gastos com médicos e funcionários

sendo que estes já atuam no posto de saúde local. Para ambos os casos, foram analisadas a qualidade da água de abastecimento e da água do córrego das Areias a montante da comunidade.

As ocorrências ambientais foram pesquisadas em documentos do Ministério Público, encontrados na Prefeitura Municipal de Divinópolis por meio da Secretaria de Agronegócio. As bases destes processos são os boletins de ocorrência elaborados pela Polícia Ambiental. Devido ao conteúdo destes boletins de ocorrência e das características ambientais da degradação é que foi pesquisada, na legislação vigente, qual a penalidade prevista para este caso em específico.

Por meio da Secretaria de Saúde da Prefeitura Municipal de Divinópolis (SEMUSA), foram pesquisadas as ocorrências de doenças por veiculação hídrica e os respectivos investimentos no combate a estas doenças. Os dados foram coletados no período do ano de 2014 e adquiridos em documentos do posto de saúde que atende a comunidade e no sistema de informação de saúde desta secretaria.

A Prefeitura Municipal de Divinópolis em parceria com o Laboratório de Microbiologia da UEMG – Unidade Divinópolis/MG e com o Laboratório Químico de Proteínas da Universidade Federal de São João Del Rei – Campus Centro Oeste Dona Lindu em Divinópolis/MG realizaram coletas e análises em quatro pontos da comunidade: reservatório, distribuição, poço e córrego das Areias.

Para as análises microbiológicas, no que se refere à avaliação da presença de coliformes totais e termotolerantes, foi adotada a metodologia do substrato cromogênico (WINN, 2008), empregando-se, para tal, frascos estéreis no ato da coleta. Para a confirmação da presença de coliformes totais, volumes de 100 mL das amostras coletadas em frascos estéreis, contendo o substrato, são

incubados em estufa a 37°C por 18 a 72h. Havendo alteração de cor (púrpura para amarela), conclui-se a presença de coliformes totais.

Amostras positivas para coliformes totais são submetidas à avaliação da presença de coliformes termotolerantes, empregando-se o teste de formação de anel vermelho na superfície de tubos de cultura contendo 10 mL das amostras quando do contato com reativo de Kovacs. A quantificação e heterotróficos totais é feita por plaqueamentos de 10µL das amostras em meio ágar-nutriente, posterior incubação das placas em estufas a 28°C por até 24h e então efetivação da contagem de colônias bacterianas e apresentação dos resultados em UFC/mL.

A coleta das amostras foi em parceria com a SEMAG (Secretaria Municipal de Agronegócio da Prefeitura Municipal de Divinópolis-MG), viabilizando o deslocamento e acesso aos reservatórios e bombas de água. Com relação aos parâmetros físico-químicos, pretendeu-se determinar pH, condutividade, turbidez, temperatura, dureza total/alcalinidade (Ca²⁺ e Mg²⁺) e nitrogênio (principalmente na forma de nitrato). Os valores máximos permitidos (VMP) e demais parâmetros relativos às análises microbiológicas qualitativas e quantitativas, assim como as análises físico-químicas, são baseados na Portaria 2914/11 (BRASIL, 2011) que define os padrões de qualidade de amostras de água destinadas a consumo humano. No que tange a coliformes termotolerantes, a legislação determina ausência em 100mL de água e, para heterotróficos totais, VMP de 500 UFC mL⁻¹ para as amostras provenientes de SACs.

4.4 Sustentabilidade econômica

Nesta etapa, foram analisados os quantitativos financeiros em penalidades devido à degradação ambiental causada pela falta de tratamento de esgoto sanitário além dos investimentos em medicamentos no combate às doenças por veiculação hídrica em relação ao custo de implantação, operação e

manutenção de um sistema de água e esgoto satisfatório para a comunidade. Também foi levada em consideração, nesta análise, a capacidade de arrecadação por tarifação residencial. Segundo Anjos Júnior (2011), a análise de viabilidade econômica de um projeto é uma avaliação dos benefícios econômicos gerados por este projeto e dos custos econômicos ocorridos na sua implantação e operacionalização. Também é chamada de avaliação social, e é feita para se estimar os resultados que um projeto proporciona para a sociedade como um todo.

Para os valores de investimentos foi calculada a depreciação do bem em relação a sua vida útil, pela fórmula matemática 4 abaixo:

$$D = VI/VU \quad (4)$$

Onde:

D = depreciação

VI = Valor de investimento

VU = Vida útil do bem

Para a análise da sustentabilidade econômica foram considerados os custos de investimento (CI) e sua depreciação (D), em relação aos gastos com multas ambientais (MA) e medicamentos (MD) em saúde. Também foram analisados o custo de manutenção e operação (CMO) e seu saldo (SA), em relação à tarifação anual (TF).

Foi analisado o desenvolvimento sustentável do saneamento para a comunidade relacionando os pilares ambientais, sociais e econômicos pesquisados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 O sistema de abastecimento de água

A Prefeitura de Divinópolis não possui gestão organizada e específica para gerir os serviços de saneamento nas comunidades rurais ao contrário de alguns municípios, como Itaúna e Carmo do Cajuru, que possuem SAAE – Serviços Autônomos de Água e Esgoto – ou DAE – Departamento de Água e Esgoto – responsáveis por esta gestão. Nestes casos, o SAAE ou DAE atuam tanto na zona urbana como nas comunidades rurais destes municípios. A comunidade rural de Amadeu Lacerda possui um sistema de abastecimento de água, captação, reservação e distribuição em que a captação da água é feita por meio de um poço artesiano, assim como em outras comunidades do município. A implantação destes equipamentos se dá de forma aleatória, dependendo da demanda e dos recursos públicos disponíveis, não há receita própria para investimentos em serviços de saneamento. A figura 8 mostra os equipamentos principais da comunidade, inclusive, os do sistema de abastecimento de água.

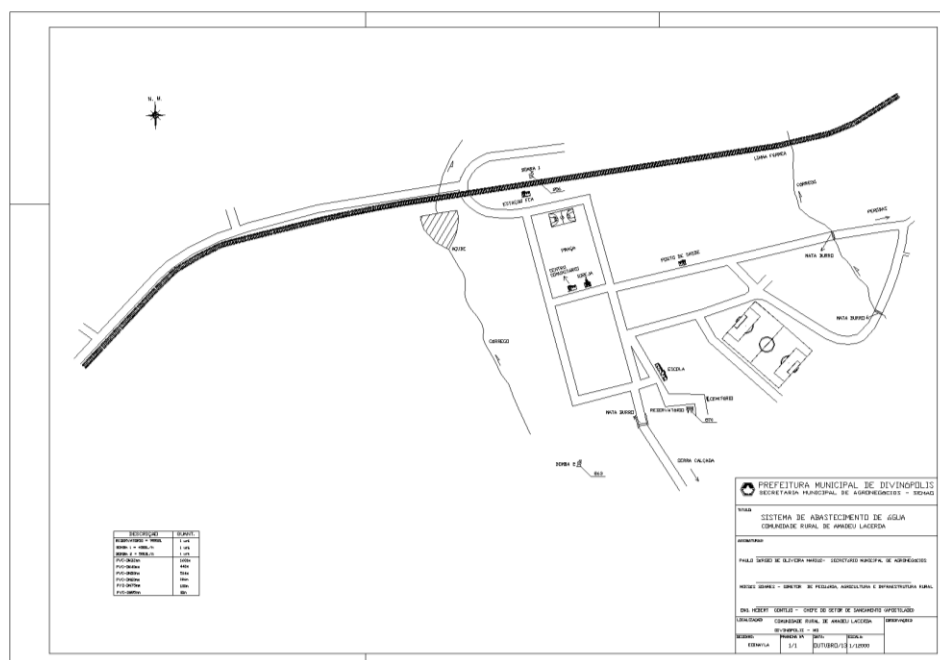


Figura 8 Equipamentos de abastecimento de água

Fonte: Dados de pesquisa (2015)

Amadeu Lacerda possui uma população fixa de 220 habitantes, distribuídos em 54 residências, todas abastecidas pelo sistema de abastecimento de água e consumindo em média 20 m³/dia. O sistema possui um poço artesiano profundo que fornece água de boa qualidade, não necessitando, assim, de uma estação de tratamento de água; um reservatório com várias rachaduras e precário estado de conservação; e as redes de distribuição, que foram substituídas recentemente, estas funcionam bem e em bom estado de conservação. Também possui um poço raso desativado devido à qualidade não adequada da água produzida. O poço artesiano e as redes de distribuição funcionam satisfatoriamente, porém, o reservatório não apresenta boas condições de uso. A figura 9 mostra este reservatório.



Figura 9 Reservatório de abastecimento de água

Fonte: Dados de pesquisa (2015)

O sistema de abastecimento de água na comunidade possui um poço artesiano com quantidade e qualidade satisfatórias. As redes de distribuição domiciliar também foram trocadas recentemente e, conforme análise da qualidade da água, não apresentam contaminação devido ao seu estado de conservação. Porém, o reservatório de armazenamento precisa ser substituído devido aos vazamentos e a seu tempo de vida útil.

Para substituição do reservatório, definiu-se como melhor opção o reservatório especial para armazenamento de água com capacidade de 20 m³. Indicado pela TECNOSANE, empresa referência no Estado de Minas Gerais no fornecimento de equipamentos no padrão COPASA para pequenas comunidades. Construído com material de alto desempenho mecânico e de comprovada resistência química à corrosão e ao ataque de produtos químicos utilizados em processos de fabricação. O material inerte não oxida, tem elevada resistência à ação de intempéries do ambiente, em particular à umidade e aos raios solares. Possui longa vida útil e atende rigorosamente aos padrões de

qualidade e às normas técnicas da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. O quadro 2 mostra a cotação do reservatório na TECNOSANE.

QUANT.	DESCRIÇÃO	VALOR UN. (R\$)
01 unid.	Reservatório especial para armazenamento de água potável padrão COPASA capacidade nominal de 20m³.	30.400,00

Quadro 2 Cotação Reservatório

Fonte: TECNOSANE (2015)

5.2 O sistema de esgotamento sanitário

Aproximadamente a mesma quantidade de água abastecida se transforma em esgoto sanitário nas residências. Este esgoto, em Amadeu Lacerda, não possui destino adequado, é lançado em fossas negras individuais e, em alguns casos, lançado diretamente no Córrego das Areias, que corta a comunidade. O sistema de esgotamento sanitário da comunidade deve ser todo executado, desde as redes coletoras e suas ligações domiciliares à estação elevatória e, por fim, à estação de tratamento de esgotos.

O sistema de esgotamento sanitário é inexistente na comunidade, o qual deve ser executado por completo. Os componentes do sistema de esgotamento sanitário se constituem de redes coletoras e suas ligações domiciliares, da estação elevatória e da estação de tratamento (Von Sperling, 2014). A comunidade demanda a execução de 1890 metros de redes coletoras e 54 ligações domiciliares de esgoto a estas redes. Para a implantação destas redes coletoras, devem ser executados os serviços de locação da rede, escavação das valas, regularização do fundo de valas, assentamento dos tubos e reaterro de valas. Deve-se também instalar 24 poços de visitas ao longo das redes para a manutenção do sistema. Foi elaborado o projeto para execução da rede coletora de esgoto, conforme figura 10.

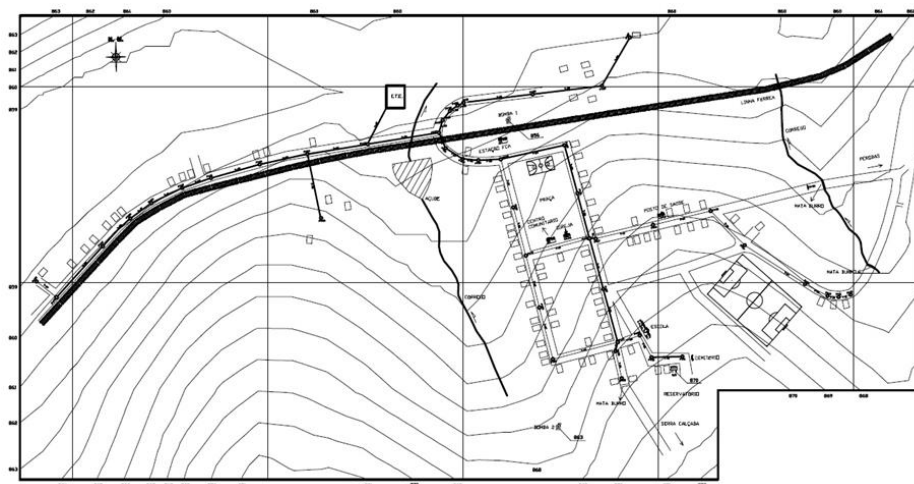


Figura 10 Projeto de implantação de redes de esgoto

Fonte: Elaborado pelo autor da pesquisa (2015)

Com os quantitativos do projeto da rede coletora de esgoto, juntamente com a tabela de preços do SINAPI, foi composto o custo para a implantação destas redes conforme quadro 3.

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1	Locação de rede de esgoto	m	1.890	R\$ 0,69	R\$ 1.304,10
2	Escavação mecanizada de vala, profundidade até 1,5 m	m³	1.701	R\$ 11,38	R\$ 19.357,38
3	Regularização e compactação manual de fundo de vala	m²	1.134	R\$ 3,70	R\$ 4.195,80
4	Fornecimento e assentamento de tubo PVC para esgoto DN 150 mm	m	1.890	R\$ 22,73	R\$ 42.959,70
5	Poço de visita com anel de concreto, tampa de ferro, profundidade até 1,5 m	und.	24	R\$ 1.530,64	R\$ 36.735,36
6	Reaterro de vala compactada em camadas de 20 cm	m³	1.701	R\$ 33,71	R\$ 57.340,71
7	Ligação de esgoto em tubo PVC, incluindo escavação e reaterro, DN 100 mm	und.	54	R\$ 737,32	R\$ 39.815,28
TOTAL:					R\$ 201.708,33

Quadro 3 Custo de implantação de redes de esgoto

Fonte: Elaborado pelo autor da pesquisa (2015)

Para que o esgoto coletado chegue até a uma estação de tratamento, ele deve ser bombeado por meio de uma estação elevatória de esgoto, cujo custo de implantação é fixo. Porém, seu custo de operação e manutenção é mensal devido

ao consumo de energia elétrica e à necessidade de um funcionário para manutenções de limpezas periódicas. De acordo com as características de vazão e altura de elevação, a estação elevatória foi definida e cotada pela TECNOSANE conforme quadro 4.

QUANT.	DESCRIÇÃO	VALOR UN. (R\$)
01 unid.	EEE - Estação elevatória de esgoto bruto Composto por 02 conjuntos motobomba submersíveis com capacidade para recalcar a vazão média de 10,0 m ³ /h, hman = 10,0mca, potência 2,0cv, barrilete de recalque em tubos PVC, caixa gradeada e quadro de comando com automação inteligente com partidas alternadas. Inclui o poço de sucção.	26.000,00
VALOR TOTAL	R\$26.000,00 (vinte e seis mil reais)	

Quadro 4 Cotação Elevatória de esgoto

Fonte: TECNOSANE (2015)

Somente após o esgoto ser coletado e transportado até a estação de tratamento, é que se chega ao ponto de tratamento deste resíduo. Considerando a classe do corpo receptor para o esgoto tratado, os padrões de lançamento de efluentes, a eficiência necessária para o tratamento em específico e a legislação, que, neste caso, não permite o lançamento de efluentes, mesmo que tratados; adotou-se o modelo ideal, a estação de tratamento de efluentes sanitários fabricada em PRFV – poliéster reforçado com fibra de vidro com capacidade para tratar 30m³/dia, para atender um possível crescimento da população da comunidade, prevendo os tratamentos em nível primário e secundário conforme quadro 5.

QUANT.	DESCRIÇÃO
01 unid.	TRATAMENTO PRIMÁRIO Unidade de gradeamento fino
01 unid.	TRATAMENTO SECUNDÁRIO Decanto-Digestor de Câmara sobreposta mod. DD5, fabricado em PRFV dotado de câmaras superior e inferior, tubulação de entrada e saída em PVC DN 100mm.
01 unid.	TRATAMENTO SECUNDÁRIO Filtro Anaeróbio mod. FA5 fabricado em PRFV, material filtrante em PVC com área específica superficial de 300m ² /m ³ , canaletas internas para recolhimento do efluente, tampa para inspeção e descarga de efluente tratado e fundo em PVC DN 100mm. Ø3,5m C5,5m
01 unid.	FILTRO BIOGÁS Filtro com carvão ativado para remoção de maus odores da ETE.
VALOR TOTAL	R\$ 48.000,00 (quarenta e oito mil reais)

Quadro 5 Cotação Estação de tratamento de esgoto

Fonte: TECNOSANE (2015)

5.3 Manutenção e operação do sistema

Tanto o reservatório quanto as redes de distribuição de água potável têm como custos de operação somente a manutenção periódica de um funcionário, que também executará as manutenções no sistema de esgoto sanitário da comunidade. Porém, o custo maior de operação dos equipamentos do sistema de água é o consumo mensal de energia elétrica da bomba de água do poço artesiano. O consumo de energia elétrica da bomba de água do povoado de Amadeu Lacerda é muito elevado devido à grande altura manométrica de elevação, aproximadamente 150 metros, e aos vazamentos constantes do reservatório atual, que gera uma vazão maior de bombeamento para suprir a demanda da comunidade, conforme quadro 6.

Instalação	Nome do Contrato	Valores REF 10/2015	
3003462534	BOMBA D AGUA CACOCO	R\$	1.244,99
3006654004	BOMBA DAGUA POV AMADEU LACERDA	R\$	1.305,16
3003278351	BOMBA DAGUA POV BRANQUINHOS	R\$	377,67
3003512069	BOMBA DAGUA POV BRANQUINHOS	R\$	526,17
3003615413	BOMBA DAGUA POV CACHOEIRINHA	R\$	338,44
3006097396	BOMBA DAGUA POV CORREGO DO PAIOL	R\$	1.264,83

Quadro 6 Custo de energia elétrica do poço artesiano

Fonte: Marius (2015)

O sistema de esgotamento sanitário também demanda consumo de energia elétrica para a estação elevatória de esgoto. Sendo o consumo de água praticamente o mesmo de esgoto gerado e coletado na comunidade, 20 m³/dia, teremos para dois conjuntos motobomba, com capacidade de vazão de 10m³/hora, um tempo de funcionamento da bomba de 2 horas por dia. A potencia deste conjunto é de 2 CV, em que 1CV corresponde a 0,7355 kW. Conforme quadro 7.

Potência (Kw)	1,471
Tempo de funcionamento por dia (h):	2
Nº de dias de funcionamento no mês:	30
Valor Kw/h (R\$)	0,74
Custo mensal (R\$):	65,312

Quadro 7 Custo de energia elétrica EE

Fonte: COPASA (2015)

Para a manutenção do sistema, haverá a necessidade de um funcionário. Este fica responsável por manutenções no sistema de abastecimento de água e no sistema de esgotamento sanitário, desde a conservação do poço artesiano de captação de água até a estação de tratamento de esgotos, o que gera uma

dinâmica periódica de manutenção. O operador da ETE é o responsável pelo aspecto geral da estação e pelo seu bom funcionamento. Entre as suas responsabilidades estão: limpeza constante do tratamento preliminar, limpeza periódica de todas as unidades, descarte e remoção do lodo excedente, manutenção das boas condições de acesso e de trabalho, operação adequada do quadro de comando da estação elevatória de esgoto bruto, operação adequada de válvulas e registros, coleta de amostras nos diversos pontos de monitoramento visando a executar o plano de monitoramento da estação, verificação e comunicação de irregularidades do sistema, tais como pane elétrica, defeito em equipamentos, rachaduras ou vazamentos nos tanques e tubulações, constatação de odor ou características visuais anormais do esgoto bruto, tratado ou em qualquer unidade do tratamento. A composição de custo quadro 8 mostra os valores mensais para um operador do sistema.

DESCRIÇÃO ENCARGOS	%	CUSTO
Salário Mensal	0,00	1.050,00
INSS Patronal	20,00	210,00
RAT (Risco Acidente Trabalho) x FAP (Fator Previdenciário)	3,00	31,50
Terceiros (Salário Educação / SESI / SENAI / SEBRAE / INCRA)	5,80	60,90
FGTS	8,00	84,00
Provisão Férias	11,11	116,66
Provisão 13º Salário	8,33	87,47
FGTS - Multa Rescisória	4,00	42,00
TOTAL GERAL CUSTO MÊS	60,24	1.682,53

Quadro 8 Planilha de encargos sociais e trabalhistas

Fonte: Entrevista com Setor Pessoal da Prefeitura de Divinópolis (2015)

5.4 Arrecadação por tarifas

Para custear os gastos de operação e manutenção do sistema, a COPASA utiliza a tarifação por meio de arrecadação mensal na qual os valores de cobrança são estipulados pela ARSAE – Agência reguladora do serviço de água e esgoto. A COPASA atua em comunidades de pequeno porte no norte de Minas similares à Comunidade em estudo, a de Amadeu Lacerda, por meio da COPANOR – COPASA Serviços de Saneamento Integrado do Norte e Nordeste de Minas Gerais S/A. O quadro 9 mostra estes valores.

Tabela Tarifária - COPANOR								
Categoria	Código Tarifário	Intervalo de Consumo m ³	Tarifas					
			Junho/2015 a maio/2016					
			Água	Esgoto				
EDT	EDC	EE						
Residencial até 10 m ³	Res até 10 m ³	0 - 3	4,11	3,71	2,07	1,24	R\$/mês	
		> 3 - 6	1,37	1,24	0,69	0,42	R\$/m ³	
		> 6 - 10	1,442	1,297	0,720	0,435	R\$/m ³	
Residencial maior que 10 m ³	Res > 10m ³	0 - 3	4,35	3,91	2,18	1,30	R\$/mês	
		> 3 - 6	1,45	1,30	0,73	0,43	R\$/m ³	
		> 6 - 10	1,517	1,366	0,758	0,457	R\$/m ³	
		> 10 - 15	2,964	2,668	1,482	0,895	R\$/m ³	
		> 15 - 20	5,009	4,508	2,505	1,511	R\$/m ³	
		> 20 - 40	5,184	4,666	2,591	1,563	R\$/m ³	
	> 40	9,161	8,244	4,580	2,763	R\$/m ³		

Quadro 9 Planilha de tarifas

Fonte: ARSAE (2015)

Conforme a COPASA (2015), o consumo médio de água por habitante na zona rural de Divinópolis é de 90 litros por dia, e, segundo o IBGE (2010), o número médio de habitantes por residência é de 3,84. Portanto, o consumo médio de água por residência na zona rural é de 345,6 litros por dia, ou seja, 10.368 litros por mês, ou 10,368 m³/mês. Adotando os valores da tabela de tarifas da COPANOR, teremos um valor para o consumo de água de R\$ 30,73,

para a coleta e tratamento de esgoto de R\$ 27,66, e para a estação elevatória de R\$ 9,28. O valor médio da tarifa por residência será de R\$ 67,67. No caso em estudo da Comunidade rural de Amadeu Lacerda, com 54 residências, teremos uma arrecadação média mensal de R\$ 3.654,18 por mês, ou seja, R\$ 43.850,16 por ano.

5.5 Estudos dos impactos ambientais

O esgoto sanitário gerado na comunidade de Amadeu Lacerda ainda não é tratado e, portanto, não recebe nenhuma forma de tratamento. Todo esgoto é conduzido para fossas negras por meio de tubulações em estado precário e antigas, o que, na maioria das vezes, resulta em vazamentos que contaminam o solo. Os esgotos armazenados nas fossas negras vão gradativamente se infiltrando no solo, podendo causar a contaminação da água subterrânea, que é a fonte atual de abastecimento na comunidade. Estas mesmas fossas não possuem manutenção adequada devido à falta de uma gestão de operação do sistema de saneamento na comunidade; o que resulta, em certos casos, no vazamento destas fossas em forma de escoamento superficial, interferindo direta e significativamente no solo e nas águas do córrego das Areias, onde, a 300 metros, a jusante da comunidade possui uma cachoeira, considerada um ponto turístico. Situação esta que se agrava ainda mais em relação à locação de algumas fossas em área de preservação permanente, margeando o córrego da comunidade.

Em 18/01/2010, foi gerado um boletim de ocorrência da Polícia Ambiental (BO nº 410.205/10), constando em seu histórico irregularidades sobre o destino do esgoto sanitário na comunidade de Amadeu Lacerda (DIVINÓPOLIS, 2010a). Segundo o boletim de ocorrência, 11 residências localizadas na Rua Narciso Elias tinham seus esgotos lançados em fossas negras

com locação a menos de 30 metros do córrego das Areias, ou seja, dentro da área de preservação permanente. O BO menciona a seguinte conclusão: “Em que se pese haver uma intervenção em área de preservação permanente nas onze casas citadas neste BO, trata-se de obras que estão minimizando o problema da poluição hídrica, já que seria mais degradante para o meio ambiente se os resíduos constituídos de esgotos (dejetos e águas servidas) estivessem sendo escoados diretamente para o ribeirão.

As fossas sépticas são uma benfeitoria complementar às moradias. São fundamentais no combate às doenças, verminoses e endemias (como a cólera por exemplo), pois evitam o lançamento dos dejetos humanos diretamente em rios, lagos ou mesmo na superfície do solo. O seu uso é essencial para a melhoria da higiene das populações rurais”. Como sugestão, o BO solicita uma vistoria no local dos órgãos competentes estaduais e municipais para regularização da intervenção da área de preservação permanente, e para que sejam recolhidas amostras do referido curso d’água, visando a detectar o grau de poluição causado pelo esgoto gerado na comunidade.

Em consequência deste BO, foi realizada uma análise pericial elaborada por um engenheiro perito da Promotoria do Ministério Público do Estado de Minas Gerais, no qual aborda que a comunidade rural de Amadeu Lacerda não dispõe de coleta e tratamento dos esgotos domésticos, sendo que todo efluente gerado é jogado diretamente no córrego ou destinado para as fossas. As fossas das residências da Rua Narciso Elias estão localizadas no quintal a aproximadamente 15 metros do curso d’água.

Apesar de minimizar o problema, não há como contestar a contaminação das águas subterrâneas uma vez que as fossas negras ou sumidouros, normalmente utilizados na zona rural não apresentam eficiência na biodigestão dos excrementos humanos e consequentemente eliminação de agentes patogênicos, ocasionando impactos ambientais negativos, como a contaminação

das águas subterrâneas. Como medida mitigadora, seria adequada a instalação de fossas sépticas biodigestoras em todas as residências. Com a instalação de fossas sépticas biodigestoras, a contaminação seria nula uma vez que o processo fermentativo ocorre sem o contato com o solo, não contaminando conseqüentemente as águas subterrâneas. Além da melhoria da qualidade ambiental da área, a medida propiciaria um ambiente adequado às famílias e a qualquer ser vivo que habita o local.

O perito ainda menciona que apenas a instalação de dispositivos de tratamento do efluente nas residências em questão não resultaria em melhoria significativa da qualidade ambiental da área. Seria necessária a mobilização de todos os moradores, em parceria com o poder público, para buscar conjuntamente uma solução para a questão da comunidade. Salienta ainda que a compensação pelos danos ambientais deva ser pecuniária, com valor a ser estipulado pelo Ministério Público, visando ao investimento em recuperação e ou conservação ambiental.

O córrego das Areias, que recebe a contaminação de esgoto gerado na comunidade de Amadeu Lacerda, é considerado como classe especial da sua nascente até a confluência com o córrego Água Comprida, que posteriormente é formador do rio Lambari, pertencente à bacia do rio Pará, conforme a Deliberação Normativa do COPAM nº 028, de 9 de setembro de 1998. Esta deliberação considera a necessidade de manutenção e ou melhoria da qualidade das águas da Bacia do Rio Pará, integrante da Bacia do Rio São Francisco, a importância da utilização destas águas como manancial de abastecimento público das comunidades locais e demais usos existentes na área de sua contribuição.

Porém, conforme a Deliberação Normativa Conjunta do COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água, as diretrizes ambientais para seu

enquadramento, as condições e padrões de lançamento de efluentes definem que as águas de classe especial são destinadas ao abastecimento para consumo humano, com filtração e desinfecção. Nas águas de classe especial, deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água, e é vetado o lançamento de efluentes ou dispositivos de resíduos domésticos, agropecuários, de aquicultura, industriais e de qualquer outra fonte de poluição, mesmo que tratados.

No entanto, o Decreto 44.844/2008, que tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos e estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades, menciona que causar poluição ou degradação ambiental de qualquer natureza que resulte ou possa resultar em dano aos recursos hídricos, às espécies vegetais e animais, aos ecossistemas e habitats ou ao patrimônio natural ou cultural, ou que prejudique a saúde, a segurança, e o bem estar da população é uma infração gravíssima e gera, como pena, a multa simples (MINAS GERAIS, 2008). Neste sentido, para a correção anual dos valores das multas aplicadas às infrações ambientais por descumprimento das normas previstas no Decreto, baseia-se na Resolução SEMAD 2261/2015, que determina que, a causadores de infração gravíssima, a multa simples mínima é de R\$ 15.026,89, e, no caso de reincidência, a multa simples passa a ter o valor máximo de R\$ 30.050,77.

5.6 Estudos dos impactos sociais

Diante deste impacto ambiental, o município de Divinópolis está sujeito a receber penalidades por degradação ambiental causadas por destino de esgoto doméstico de forma inadequada ao meio ambiente sendo que o município, segundo a legislação federal de saneamento, é responsável pela gestão dos esgotos gerados na comunidade.

Devido às denúncias, surgiu a necessidade de realizar análises da qualidade da água nas comunidades rurais do município, onde a Prefeitura de Divinópolis em parceria com a UFSJ – Universidade Federal de São João Del Rei e UEMG – Universidade do Estado de Minas Gerais realizaram a coleta e a análise da água em 14 comunidades rurais inclusive a comunidade de Amadeu Lacerda. Nesta localidade, foram coletadas amostras no reservatório e nas redes de abastecimento, cujos resultados foram negativos em relação à presença de coliformes totais, termotolerantes e heterotróficos totais.

Porém, foi coletada amostra no poço de abastecimento alternativo, cujos resultados foram positivos de coliformes totais e termotolerantes. O mais agravante, na comunidade, é em relação às amostras coletadas no ribeirão das Areias, a jusante do lançamento de esgoto e a montante das cachoeiras, que são pontos turísticos. Os resultados foram positivos em relação à presença de coliformes totais, termotolerantes e heterotróficos totais. A legislação determina o máximo para heterotróficos totais VMP de 500 UFC mL⁻¹, em que, no ribeirão, foram encontrados 8800 UFC mL⁻¹. Conforme quadro 10.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE AMOSTRAS DE ÁGUA COLETADAS NAS COMUNIDADES RURAIS DO MUNICÍPIO DE DIVINÓPOLIS MG									
Data da coleta	Comunidade	Ponto de coleta	COLETAS DE CAMPO			Observações	RESULTADO DAS ANÁLISES		
			Identificação da amostra	Clorador (desinfecção)			coliformes totais	coliformes termotolerantes	bactérias heterotróficas
21/07/15	Cachoeirinha	reservatório	C	não foi observado	a bomba fica em uma residência e o local estava trancado	negativo	negativo	negativo	
		reservatório de concreto	A-R	não		negativo	negativo	negativo	
	Amadeu Lacerda	torneira da praça	A-T	não		negativo	negativo	negativo	
		poço (desativado)	A-P	não	poço desativado, sem bomba, sem clorador	positivo	positivo	negativo	
		ribeirão	A-Rib	não se aplica	o esgoto da comunidade é lançado no ribeirão	positivo	positivo	positivo (8800 ufc/ml)	
Branquinhos	poço	B-P	sim	no momento da coleta não estava deixando claro	negativo	negativo	negativo		
25/07/15	Choro	reservatório de concreto	Ch-R	não	não foi possível acessar o poço	positivo	positivo	negativo	
		poço	Cos-P	sim	no momento da coleta não estava deixando claro	positivo	positivo	negativo	
	Costas	torneira	Cos-T	sim	torneira próximo ao campo de futebol	positivo	positivo	negativo	
31/07/15	Córrego do Paiol	reservatório	CP-R	não		negativo	negativo	negativo	
		Buriti	Bu-R	não		negativo	negativo	negativo	
12/08/15	Laje	poço	Lj-P	sim	no momento da coleta não estava deixando claro	positivo	positivo	negativo	
		reservatório de concreto	La-R	não foi observado	o local da bomba estava trancado, reservatório seco.	positivo	positivo	negativo	
	Inhame	torneira do posto de saúde	I-PS	não	poço desativado a 3 anos por contaminação, coletado no novo poço	positivo	positivo	positivo (24800 ufc/ml)	
		Cacoco	reservatório	Ca-R	não		positivo	positivo	negativo
02/09/15	Quilombo Mata dos coqueiros	reservatório	Q-R	não	sem o clorador no reservatório	negativo	negativo	positivo (400 ufc/ml)	
		poço	MC-P	não	poço parado a 3 semanas (defeito na bomba)	positivo	positivo	positivo (5500 ufc/ml)	
17/09/15	Djalma Dutra	poço	Dj-P	sim	sem o clorador no poço, parafuso de 2 em 2 dias	negativo	negativo	negativo	

Quadro 10 Análises da qualidade da água

Fonte: Parreira (2015)

Outro fator, que hoje seria já controlado e positivo, mas que poderá sofrer alterações devido à conservação do sistema de abastecimento de água, é que a comunidade rural de Amadeu Lacerda teve, no período de 2014, poucas ocorrências referentes às doenças infecciosas e parasitárias causadas pela qualidade da água de abastecimento. Durante o período, somente 37 ocorrências, conforme quadro 11.

Produção - Morbidade		Sis - Sistema Integrado de Saúde Semusa-Secretaria Municipal de Saúde	
Período : 01/01/2014 Até 31/12/2014 Doenças infecciosas e parasitárias		Data de Impressão	29/09/2015
		Página :	1 / 1
E.S.F. DJALMA DUTRA			
Capítulo:	1 Doenças infecciosas e parasitárias		
Cid:	A00 Diarréia e gastroenterite de origem infecciosa presumível		
030101006-4	CONSULTA MEDICA EM ATENÇÃO BASICA	Total Cid	1
		Total Grupo	1
Cid:	A630 Verrugas anogenitais (venéreas)		
030101006-4	CONSULTA MEDICA EM ATENÇÃO BASICA	Total Cid	1
		Total Grupo	1
Cid:	B07 Verrugas de origem viral		
030101006-4	CONSULTA MEDICA EM ATENÇÃO BASICA	Total Cid	6
		Total Grupo	6
Cid:	B349 Infecção viral não especificada		
030101006-4	CONSULTA MEDICA EM ATENÇÃO BASICA	Total Cid	3
030101013-7	CONSULTA/ATENDIMENTO DOMICILIAR	Total Grupo	3
Cid:	B35 Dermatofitose		
030101006-4	CONSULTA MEDICA EM ATENÇÃO BASICA	Total Cid	3
		Total Grupo	3
Cid:	B361 Tinha negra		
030101006-4	CONSULTA MEDICA EM ATENÇÃO BASICA	Total Cid	1
		Total Grupo	1
Cid:	B369 Micose superficial não especificada		
030101006-4	CONSULTA MEDICA EM ATENÇÃO BASICA	Total Cid	14
		Total Grupo	18
Cid:	B51 Malaria p/Plasmodium vivax		
030101006-4	CONSULTA MEDICA EM ATENÇÃO BASICA	Total Cid	1
		Total Grupo	1
Cid:	B839 Helmintíase não especificada		
030101006-4	CONSULTA MEDICA EM ATENÇÃO BASICA	Total Cid	7
		Total Grupo	7
		Total Capítulo	37
Total de Pacientes		Total geral	37

Quadro 11 Doenças por veiculação hídrica

Fonte: Chaves (2015)

O gráfico 1 mostra estes números em ocorrências mensais.

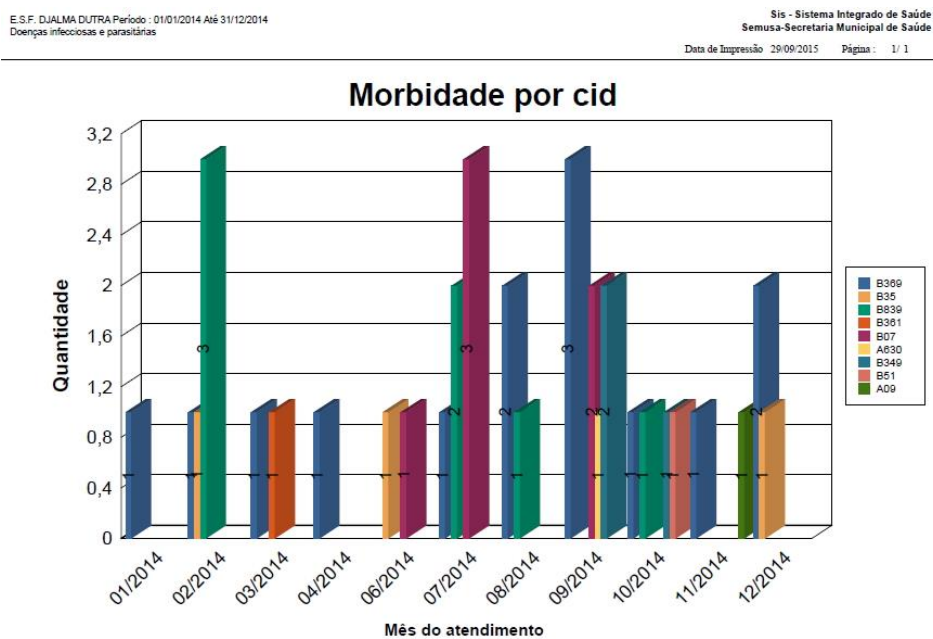


Gráfico 1 Doenças por veiculação hídrica

Fonte: Chaves (2015)

Para o combate a estas doenças infecciosas e parasitárias, a SEMUSA adquiriu os medicamentos e seus quantitativos, conforme quadro 12.

Código	Medicamento	Quantidade	Valor custo un.	Valor Total
296-8	Albendazol 400 mg. Comp.	46	0,33	15,18
201-1	Fluconazol 15 mg. Caps.	52	0,155	8,06
89-2	Mebendazol 100 mg. Comp.	30	0,028	0,84
115-5	Sais para Rehidratação oral	58	0,37	21,46
			Total:	45,54

Quadro 12 Custo em medicamentos em 2014

Fonte: Chaves (2015)

5.7 Análise da sustentabilidade econômica

O quadro 13 mostra os valores de implantação do sistema e os valores em gastos ambientais e sociais devido à ausência de um sistema apropriado.

SOCIOAMBIENTAL	VALOR
Medicamentos por doenças de veiculação hídrica	R\$ 45,54
Multa por degradação ambiental	R\$ 30.050,77
TOTAL	RS 30.096,31

IMPLANTAÇÃO	VALOR
Poço artesiano	R\$ -
Reservatório	R\$ 30.400,00
Redes de abastecimento de água	R\$ -
Redes coletoras de esgoto	R\$ 201.708,33
Estação elevatória de esgoto	R\$ 26.000,00
Estação de tratamento de esgoto	R\$ 48.000,00
TOTAL	RS 306.108,33

Quadro 13 Planilha final

Fonte: Análise da pesquisa (2015)

Os valores financeiros da multa por degradação ambiental são valores elevados que podem ser reaplicados em caso da não resolução do problema. Ou seja, após a aplicação da multa, caso haja nova denúncia e constatada ainda a degradação, poderá ser gerado novo processo resultando em nova multa. Portanto, a solução definitiva para esta degradação seria a coleta e transporte do esgoto sanitário até uma estação de tratamento.

No caso dos valores financeiros de gastos em medicamentos no combate às doenças por veiculação hídrica, são valores reduzidos devido à boa qualidade da água de abastecimento e das boas condições das redes de distribuição. Porém, a situação pode se alterar em outros períodos devido à falta de uma operação e

manutenção adequada do sistema. A questão social, aparentemente controlada, pode se tornar inadequada caso ocorra algum imprevisto na operação, falta de manutenção ou, até mesmo, quando a vida útil dos equipamentos tiver o seu final atingido. O monitoramento da qualidade da água de abastecimento, que deverá ser feito periodicamente quando houver uma gestão estruturada, também é medida de controle social.

O custo de implantação dos equipamentos necessários para a comunidade é elevado (R\$306.108,33), bem maior que os valores de investimentos ambientais, sociais e valores de tarifação. Porém, com projetos elaborados e planos de operação e manutenção dos sistemas estruturados, podem os municípios receber recursos federais para estas implantações. Se adotarmos os valores de implantação em relação a sua depreciação, divididos em uma vida útil dos equipamentos de 40 anos, teremos um investimento mensal de R\$637,73.

O quadro 14 mostra os valores de operação e manutenção mensal no período de um ano e os valores de arrecadação por tarifas em igual período.

OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO (ANUAL)	VALOR
Consumo de energia elétrica	R\$ 16.445,66
Operador do sistema	R\$ 20.190,36
TOTAL	RS 36.636,02

ARRECADAÇÃO (ANUAL)	VALOR
Tarifação	RS 43.850,16

SALDO (ANUAL)	RS 7.214,14
----------------------	--------------------

Quadro 14 Planilha final

Fonte: Análise da pesquisa (2015)

O investimento na operação do sistema, por meio de um funcionário, e o consumo de energia elétrica são compatíveis com os valores de arrecadação por tarifação mensal. Porém, o lucro anual é muito pequeno para que as empresas gestoras invistam nesse tipo de sistema em pequenas comunidades. Outro fator importante é quanto à tarifação, em torno de R\$67,67 mensais para cada residência, considerando que o poder aquisitivo do morador rural nem sempre é compatível com tarifas neste valor, o que justifica um investimento maior do setor público em subsídios para o saneamento em pequenas comunidades rurais.

6 CONCLUSÃO

Após analisar o sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário da comunidade rural de Amadeu Lacerda no município de Divinópolis/MG, sob a ótica da sustentabilidade econômica, verificou-se que o custo de investimento de implantação necessário na comunidade é elevado em relação aos gastos em multas ambientais e medicamentos para saúde. Porém, estes investimentos ficam diluídos no tempo da vida útil dos equipamentos.

Outra análise é em questão à manutenção e operação do sistema em contrapartida com a capacidade de arrecadação por tarifa na comunidade, onde o lucro anual pode ser inviável, financeiramente, para as empresas de saneamento assumirem estes serviços e terem o retorno de investimento esperado.

Os serviços de saneamento devem ser considerados como serviços ambientais e sociais, visando, sim, a sua sustentabilidade financeira, mas tornando-se economicamente sustentáveis. Porém, as empresas de saneamento esperam destes serviços um lucro significativo de investimento, o que pode acontecer em localidades de grande porte, mas não ocorre em pequenas comunidades onde o retorno é mínimo e, em certos casos, pode nem haver de modo suficiente.

O problema tem origem na legislação federal de saneamento, que determina a responsabilidade destes serviços aos municípios, que geralmente não têm recursos financeiros e qualificação profissional para o gerenciamento satisfatório nem a experiência necessária para tomadas de decisão sobre o assunto. A mesma lei abre a possibilidade da terceirização total ou parcial destes serviços, o que provoca esta deficiência na universalização, pois as empresas de saneamento, visando à sustentabilidade financeira dos serviços, têm o interesse em assumir somente o gerenciamento dos núcleos urbanos e, assim, o fazem. Os núcleos urbanos são mais compactos e com maior número de residências,

gerando arrecadações relativamente significativas aos custos de operação e manutenção reduzidos, proporcionando, assim, um maior lucro.

Este estudo visa contribuir para a comunidade de Amadeu Lacerda na concepção de uma gestão dos serviços de saneamento (água e esgoto) e ao município de Divinópolis, em outras localidades. Outros municípios também poderão utilizar este estudo como material para elaboração de seus planos de concepção de saneamento em comunidades similares, considerando a demanda de atendimento existente em todo o país.

REFERÊNCIAS

ANJOS JÚNIOR, A. H. dos. **Gestão estratégia do saneamento**. Barueri: Manole, 2011.

ARSAE. **Conhecendo a sua tarifa**. 2015. Disponível em: <<http://www.arsae.mg.gov.br/component/gmg/page/228?view=page>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

BRASIL. **Lei 11.445**, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acesso em: 15 mar. 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914**, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 15 mar. 2016.

CHAVES, V. M. **Cids e Valor medicamentos** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <hebertgontijo@yahoo.com.br> em 29 set. 2015. Mensagem eletrônica enviada por funcionário da Secretária Municipal de Saúde de Divinópolis (SEMUSA).

COPAM. **Deliberação Normativa nº 028**, de 9 de setembro de 1998. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/Minas%20Gerais%20-%20Rio%20Par%C3%A1%20-%20Bacia%20do%20S%C3%A3o%20Francisco.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

COPAM/CERH-MG. **Deliberação Normativa Conjunta nº 01**, de 5 de maio de 2008. 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. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=815>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

COPASA. **Informações sobre abastecimento**. 2015. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/imprensa/noticias/informacoes-sobre-abastecimento>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

COSTA, C. C. da; GUILHOTO, J. J. M. Saneamento rural no Brasil: impacto da fossa séptica biodigestora. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 19, p. 51-60, 2014. Edição especial.

DIAS, R. **Gestão Ambiental, Responsabilidade social e Sustentabilidade**. 2. ed. ver. amp. São Paulo: Atlas, 2011.

DIVINÓPOLIS. Fundação Municipal de Meio Ambiente. **Diagnóstico Ambiental do Rio Itapecerica**. Divinópolis: FMMA/PMD, 1997.

DIVINÓPOLIS. Secretaria Municipal de Planejamento. **Anuário estatístico de Divinópolis 2004**. Divinópolis: SEPLAN/PMD, 2004.

DIVINÓPOLIS. Secretaria Municipal de Planejamento. **Anuário estatístico de Divinópolis 2006**. Divinópolis: SEPLAN/PMD, 2006.

DIVINÓPOLIS. **Caracterização geográfica do município**. Prefeitura Municipal de Divinópolis, SEAPU/PMD, 2009a.

DIVINÓPOLIS. **Estudo de concepção do esgotamento sanitário do Município de Divinópolis**. Divinópolis: SEMVOP/PMD, 2009b.

DIVINÓPOLIS. Secretaria Adjunta de Políticas Urbanas. **Anuário estatístico de Divinópolis 2009**. Divinópolis: SEAPU/PMD, 2009c.

DIVINÓPOLIS. Polícia Ambiental. **Boletim de ocorrência nº 410.205**. Divinópolis: SEMAG/PMD, 2010a.

DIVINÓPOLIS. **Plano Municipal de Saneamento de Divinópolis**. Divinópolis: SEMVOP/PMD, 2010b.

DIVINÓPOLIS. **Plano Diretor Participativo do Município de Divinópolis**. Divinópolis: SEPLAN/PMD, 2012.

DIVINÓPOLIS. SINAPI. **Sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção civil**. Divinópolis: SEMVOP/PMD, 2015.

DUARTE, A. R. et al. Parâmetros de sustentabilidade para atendimento de energia elétrica a comunidades isoladas na amazônia com a utilização de óleos vegetais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS, 14., 2007, Salvador. **Anais eletrônicos...** Salvador: AETEC, 2007. Disponível em: <http://www.aetec.org.br/conferencia_internacional/trab11.htm>. Acesso em: 1 mar. 2016.

GOOGLE. **Imagem de satélite de Divinópolis**. 2015. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/Divin%C3%B3polis,+MG/@-20.0752056,-45.1098483,621m/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0xa0a5bc241bce2f0xf7e939bd5077b17d>>. Acesso em: 13 mar. 2015.

HELLER, L. **Abastecimento de água para consumo humano**. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2010. v. 1.

_____. **Abastecimento de água para consumo humano**. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2010. v. 2.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. Banco de Dados Agregados (PNAD)**. 2010. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/pnad/pnadpb>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

JAVAREZ JÚNIOR, A.; PAULA JÚNIOR; D. R. de; GAZZOLA, J. Avaliação do desempenho de dois sistemas modulares no tratamento anaeróbio de esgotos em comunidades rurais. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p.794-803, dez. 2007.

JULIANO, E. F. G. de A. et al. Racionalidade e saberes para a universalização do saneamento em áreas de vulnerabilidade social. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 11, p. 3037-3046, nov. 2012.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

LEONETI, A. B.; PRADO, E. L. do; OLIVEIRA, S. V. W. B. de. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. **Rev. Adm. Pública**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 2, p. 331-348, abr. 2011.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3. ed. rev. amp. Campinas: Átomo, 2010.

MARIUS, P. S. O. **Dados de Amadeu Lacerda** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <hebertgontijo@yahoo.com.br> em 14 set. 2015. Mensagem eletrônica enviada por funcionário da Secretária Municipal de Agronegócios de Divinópolis (SEMAG).

MARQUES, Y. L. (Org.). **Centenário 1912-2012**: 100 + 20: Prefeitura Municipal de Divinópolis. Divinópolis: SEPLAN/PMD, 2012.

MILARÉ, É. **Direito do Ambiente**. 8. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2013.

MINAS GERAIS. **Decreto 44.844**, de 25 de junho de 2008. Estabelece normas para licenciamento ambiental e autorização ambiental de funcionamento, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos e estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=7966>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

MINAS GERAIS. **SEMAD 2261**. 2015. Disponível em: <<http://williamfreire.com.br/publicacao/resolucao-semad-no-2261-de-24-de-marco-de-2015/>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

MIRANDA, A. B. de; TEIXEIRA, B. A. do N. Indicadores para o monitoramento da sustentabilidade em sistemas urbanos de abastecimento de água e esgotamento sanitário. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 4, p. 269-279, dez. 2004.

MOURA, L. A. A. de. **Economia Ambiental, Gestão de custos e de investimentos**. 4. ed. rev. amp. Belo Horizonte: Del Rey, 2011.

NUVOLARI, A. **Esgoto Sanitário, coleta, transporte e reúso agrícola**. 2 ed. rev. atu. amp. São Paulo: Blucher, 2011.

OLIVEIRA, T. G. DE; R., S.; HELLER, L. Privatização dos serviços de saneamento: uma análise qualitativa à luz do caso de Cachoeiro de Itapemirim (ES). **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 4, p. 395-402, dez. 2011.

ONU. **Resolução 53/144 da Assembleia Geral das Nações Unidas**, de 9 de Dezembro de 1998. Disponível em: <http://pfdc.pgr.mpf.mp.br/atuacao-e-conteudos-de-apoio/legislacao/protecao_testemunha/declaracao-dos-defensores-de-direitos-humanos-onu-dez-1998>. Acesso em: 1 mar. 2016.

PARREIRA, A.G. **Relatório preliminar** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <hebertgontijo@yahoo.com.br> em 28 set. 2015. Mensagem eletrônica enviada por funcionário da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ).

PHILIPPI JUNIOR, A. **Saneamento, saúde e ambiente, fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri: Manole, 2005.

SABESP. **Esgoto**. Portal eletrônico da Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo. 2015. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/subHome.aspx?secaoId=48>>. Acesso em: 15 jan. 2016.

SAMPAIO, B.; SAMPAIO, Y. Influências políticas na eficiência de empresas de saneamento brasileiras. **Econ. Apl.**, Ribeirão Preto, v. 11, n. 3, p. 369-386, set. 2007.

SILVA, G. H. R. da; NOUR, E. A. A. Reator compartimentado anaeróbio/aeróbio: sistema de baixo custo para tratamento de esgotos de pequenas comunidades. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 9, n. 2, p. 268-275, jun. 2005.

SPERLING, M. von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014.

TECNOSANE. **Tecnologia em Saneamento**. ETE: Estação de tratamento de efluentes. 2015. Disponível em: <<http://www.tecnosane.com.br/?product=ete-estacao-de-tratamento-de-efluentes>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

TONETTI, A. L. et al. Avaliação de um sistema simplificado de tratamento de esgotos visando a utilização em áreas rurais. **Rev. bras. eng. agríc. Ambient.**, Campina Grande, v. 14, n. 2, p. 227-234, fev. 2010.

VARGAS, M. C.; LIMA, R. F. de. Concessões privadas de saneamento no Brasil: bom negócio para quem? **Ambient. Soc.**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 67-94, dez. 2004.

VEIGA, J. E. da. **Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI**. Rio de Janeiro: Garamond, 2005.

WINN, W. C. et al. **Koneman, diagnóstico microbiológico: texto e atlas colorido**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.