



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE TECNOLOGIA,  
INFRAESTRUTURA E TERRITÓRIO (ILATIT)**

**ARQUITECTURA E URBANISMO**

**SANEAMENTO BÁSICO URBANO E GERAÇÃO DE COMBUSTÍVEL  
RENOVÁVEL: APROVEITAMENTO DO ESGOTO SANITÁRIO PARA GERAÇÃO  
DE BIOGÁS NA CIDADE DO LESTE - PARAGUAI.**

**DIEGO ORLANDO FARIÑA RUIZ**

Foz do Iguaçu, PR - BR.  
2017



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE TECNOLOGIA,  
INFRAESTRUTURA E TERRITORIO (ILATIT)**

**ARQUITECTURA E URBANISMO**

**SANEAMENTO BÁSICO URBANO E GERAÇÃO DE COMBUSTÍVEL  
RENOVÁVEL: APROVEITAMENTO DO ESGOTO SANITÁRIO PARA GERAÇÃO  
DE BIOGÁS NA CIDADE DO LESTE - PARAGUAI.**

**DIEGO ORLANDO FARIÑA RUIZ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e Território da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof. Dr. Gabriel Rodrigues da Cunha.

Coorientadora: Profa. Pós-Dra. Andréia Cristina Furtado.

Foz do Iguaçu, PR - BR.  
2017

DIEGO ORLANDO FARIÑA RUIZ

**SANEAMENTO BÁSICO URBANO E GERAÇÃO DE COMBUSTÍVEL  
RENOVÁVEL: APROVEITAMENTO DO ESGOTO SANITÁRIO PARA GERAÇÃO  
DE BIOGÁS NA CIDADE DO LESTE - PARAGUAI.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e Território da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Gabriel Rodrigues da Cunha  
UNILA

---

Coorientadora: Profa. Pós-Dra. Andréia Cristina Furtado  
UNILA

---

Prof. Dr. Eduardo de Oliveira Elias  
UNILA

---

Prof. Pós-Dr. Gláucio Roloff  
UNILA

Foz do Iguaçu, 14 de dezembro de 2017.

Dedico-lhe este trabalho a minha MÃE, que além de ser mãe foi pai também. Simplesmente uma mulher que luta incansavelmente dia a dia para com seus filhos, exemplo para minha vida pessoal e profissional, pela sua luta, vida, paciência, perseverança e fortaleza, sem o seu apoio incondicional, o mesmo não seria possível, pois sua companhia e conselhos dados até o dia de hoje, foram imprescindíveis no transcurso desta etapa mais na minha vida, que não foram nada fáceis, pois tudo que se deseja há que se lutar.

Mulher é a que luta.

O fato de que há uma minoria privilegiada não justifica a escusa, da situação de discriminação na que mora o resto dos seus colegas.

Querer-se livre é também querer livres aos outros.  
(Simone de Beauvoir).

## AGRADECIMIENTOS

Primeiramente a Deus todo poderoso e a Nossa Mãe Maria, pela vida e pela saúde, pois sem sua benção seria impossível à realização desta graduação.

A minha Mãe e minha tia Teodora que sempre me deram ânimos para continuar estudando a não desistir nunca, pois a perseverança é para fortes e poucos, sem seus incentivos sinceros e ajuda incondicional não teria sido possível.

A quem considero minhas irmãs da alma e melhores amigas da vida Elisa Juliana Oviedo Rojas, María Claudia Guillén Balbín, María Juliet Mendoza Rojas, María Soledad Cáceres Añez, Mariana Soledad Baez Coronel, e Mercedes Ibañez Ojeda, mas como esquecer os mais vítimas e “kapes” colonizados por paraguaios do CAU UNILA Bryan Germán González Cevallos e María Tereza Tejada Cardena, que sempre estiveram comigo e me ajudaram em todo sentido, brincando-me carinho e uma honesta amizade, sempre com boas intenções, boas vibrações, muita força e sou muito grato a cada um deles por cada momento compartilhado.

Aos meus poucos verdadeiros amigos que conheci ao longo da vida, pela companhia, sorrisos, carinho sincero, e apoio brindados nos bons e ruins momentos compartilhados ao longo dos anos.

Aos meus colegas e grandes sonhadores latino-americanos que conheci na UNILA, pois deles aprendi das suas culturas e costumes, que sem haver vindo para esta terra intercultural, não conseguiria ter o privilégio do aprendizado e de uma visão mais ampla e menos conservadora de cada povo, pois a convivência nos possibilita a troca de conhecimentos imprescindíveis na educação. Além de possuir um lar em cada país, pelos amigos e colegas feitos na universidade a qual me possibilitou viajar e hospedar-me com a sua família e ser um a mais delas.

Aos professores Andréia Cristina Furtado, Eduardo de Oliveira Elias, Gabriel Rodrigues da Cunha que desde o começo estiveram a disposição na orientação do meu TCC, os quais foram de muita relevância, pois sem a sua ajuda não seria possível o mesmo. Também tenho uma enorme gratidão a todos os professores da UNILA, em especial aos do CAU UNILA, pelo conhecimento brindado e compartilhado ao longo destes 5 anos.

Por último, agradecer a todos os entrevistados, pela colaboração relevante de suas informações para conseguir realizar este trabalho.

*El ser humano pasó a ser tal cuando, hace miles de años, aprendió a dominar el fuego y otro tipo de energías. La energía no es, por ello, cualquier derecho humano más, sino que es la clave para el desarrollo económico y social desde el mismo origen de la especie humana. Así como todos tenemos derecho a la educación, a la salud, y a la vivienda, también todos tenemos derecho a disponer de energía eléctrica que nos permita satisfacer otros derechos fundamentales.*

*Programa MERCOSUR Social y Solidario. La energía eléctrica, un derecho humano.*

*Cambiar a energías renovables, no es sólo la mejor opción. Es nuestra única opción.*

WWF (World Wildlife Fund/Fundo Mundial para a Natureza).

*Un agua potable segura y un saneamiento adecuado son cruciales para la reducción de la pobreza, para un desarrollo sostenible y para lograr todos y cada uno de los objetivos de desarrollo del milenio.*

Ban Ki-moon.

*Parte de la naturaleza humana es que no aprende la importancia de nada hasta que se nos arrebató algo de nuestras manos.*

Malala Yousafzai.

RUIZ FARIÑA, Diego Orlando. **SANEAMENTO BÁSICO URBANO E GERAÇÃO DE COMBUSTÍVEL RENOVÁVEL: APROVEITAMENTO DO ESGOTO SANITÁRIO PARA GERAÇÃO DE BIOGÁS NA CIUDADE DO LESTE - PARAGUAI.** 2017. 149 p. Trabalho de Conclusão de Curso Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal da Integração Latino-Americana - UNILA, Foz do Iguaçu, PR (Brasil), 2017.

## RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso tem como objetivo principal contribuir para a melhoria do saneamento básico e do acesso à energia renovável à população de baixa renda por meio de um sistema de coleta de águas residuais, produção energética de fonte renovável de baixo custo e diminuição do impacto ambiental, na Cidade do Leste, Paraguai. A metodologia adotada no referido trabalho, baseou-se na investigação bibliográfica, onde abordam temas como o esgoto sanitário doméstico, tipos de sistemas de tratamento e seus procedimentos, contaminação ambiental, a água e a saúde pública, micro-organismos importantes para o tratamento do esgoto, geração de energia, mudança climática abrangendo a questão das energias renováveis, e o biogás ou biomassa. Realizou-se uma visita de campo previa que teve como finalidade a observação e reconhecimento do lugar, e posteriormente uma análise a três residências em bairros populares da Cidade (nos assentamentos de *Belén*, *Mariscal López* e *San Valentín*), donde foram tiradas fotografias para entender a realidade local da população. Logo realizou-se visitas de campo no bairro *Fortín Toledo*, o qual é um bairro conurbado com os assentamentos mencionados mais acima. A finalidade do trabalho é de aproveitar o esgoto residencial para a produção de energia renovável - biogás, no abastecimento da cozinha de uma escola pública chamada “*Escuela Básica N° 5.441 San Marcos*”, localizada no bairro *Fortín Toledo*. O presente trabalho pretende contribuir para o desenvolvimento de soluções urbanas que proporcionem uma melhor qualidade de vida às populações de vulnerabilidade socioeconômica, por meio de ações mitigadoras de impacto ambiental doméstico, tratando o esgoto e produzindo energia (combustível/biogás) renovável.

**Palavras-chave:** Esgoto sanitário doméstico, saneamento básico, biogás, energia de biomassa, contaminação ambiental, aproveitamento energético.

RUIZ FARIÑA, Diego Orlando. **SANEAMIENTO BÁSICO URBANO Y GENERACIÓN DE COMBUSTIBLE RENOVABLE: APROVECHAMIENTO DEL AFLUENTE SANITARIO PARA LA GENERACIÓN DE BIOGÁS EN CIUDAD DEL ESTE – PARAGUAY.** 2017. 149 p. Trabajo de Conclusión de Curso Graduación en Arquitectura y Urbanismo – Universidad Federal de la Integración Latinoamericana - UNILA, Foz do Iguazú, PR (Brasil), 2017.

## RESUMEN

El presente trabajo de conclusión de curso tiene como objetivo principal contribuir para el mejoramiento del saneamiento básico y de acceso a energía renovable a poblaciones de baja renta económica por medio de un sistema de colecta de aguas residuales, producción energética de fuente renovable de bajo costo y disminución del impacto ambiental, en Ciudad del Este, Paraguay. La metodología adoptada en el referido trabajo, se basó en la investigación bibliográfica, donde abordan temas como el afluente sanitario doméstico, tipos de sistemas de tratamiento y sus procedimientos, contaminación ambiental, el agua y la salud pública, microorganismos importantes para el tratamiento de afluentes, generación de energía, cambio climático abarcando la cuestión de las energías renovables, y el biogás o biomasa. Se realizó una visita de campo previa que tuvo como finalidad la observación y reconocimiento del lugar y posteriormente un análisis a tres residencias en barrios populares de la Ciudad (en los asentamientos humanos de Belén, Mariscal López y San Valentín) donde fueron quitadas fotografías para entender la realidad local de la población. Luego se realizó visitas de campo en el barrio Fortín Toledo, el cual es un barrio conurbado con los asentamientos humanos mencionados más arriba. La finalidad del trabajo es el de aprovechar el afluente residencial para la producción de energía renovable – biogás, para abastecer la cocina de una escuela pública llamada “Escuela Básica N° 5.441 San Marcos”, localizada en el barrio Fortín Toledo. El presente trabajo pretende contribuir para el desenvolvimiento de soluciones urbanas que proporcionen una mejor calidad de vida a las poblaciones de vulnerabilidad socioeconómica, por medio de acciones mitigadoras de impacto ambiental doméstico, tratando el afluente y produciendo energía (combustible/biogás) renovable.

**Palabras clave:** Afluente sanitario doméstico, saneamiento básico, biogás, energía de biomasa, contaminación ambiental, aprovechamiento energético.

RUIZ FARIÑA, Diego Orlando. **URBAN BASIC SANITATION AND GENERATION OF RENEWABLE FUEL: USE OF THE SANITARY AFFLUENT FOR THE GENERATION OF BIOGAS IN CIUDAD DEL ESTE – PARAGUAY.** 2017. 149 p. Course Completion Work Graduation in Architecture and Urbanism – Federal University of Latin American Integration - UNILA, Foz do Iguaçu, PR (Brazil), 2017.

### **ABSTRACT**

The main objective of this work is to contribute to the improvement of basic sanitation and access to renewable energy for the low income population through a system of wastewater collection, low-cost renewable energy production and reduction of environmental impact, in the City of the East, Paraguay. The methodology adopted in this study was based on bibliographical research, dealing with topics such as domestic sanitary sewage, types of treatment systems and procedures, environmental contamination, water and public health, important microorganisms for the treatment of sewage, power generation, climate change covering the issue of renewable energy, and biogas or biomass. A preliminary field visit was carried out, with the purpose of observing and recognizing the place, and later analyzing three residences in popular neighborhoods of the city (in the settlements of *Belén*, *Mariscal López* and *San Valentín*), where photographs were taken to understand the local reality of the population. Field visits soon took place in the *Toledo Fortín* neighborhood, which is a neighborhood conurbated with the settlements mentioned above. The purpose of the work is to take advantage of the residential sewage for the production of renewable energy - biogas, in the kitchen supply of a public school called "*Basic School Nº. 5,441 San Marcos*", located in the Fortin Toledo neighborhood. The present work intends to contribute to the development of urban solutions that provide a better quality of life to the populations of socioeconomic vulnerability, through mitigating actions of domestic environmental impact, treating the sewage and producing renewable energy (fuel/biogas).

**Keywords:** Domestic sanitation sewer, basic sanitation, biogas, biomass energy, environmental pollution, energy exploitation.

## LISTA DE IMAGENS

Imagem 1: Principais problemas nas residências latino-americanas e caribenhas. ....	18
Imagem 2: Mapa mundial com índice de uso do saneamento básico melhorado segundo a OMS/UNICEF de 2015. ....	19
Imagem 3: Regiões que atingiram a meta do ODM, na utilização do serviço de saneamento melhorado em 2015, e as mudanças que apresentaram desde 1990 a 2015. ....	21
Imagem 4: Tabela da meta do ODM do Paraguai no decorrer do tempo e sua evolução no saneamento básico desde 1990 a 2015.....	23
Imagem 5: Produção, Exportação/Consumo de Energia.....	25
Imagem 6: Fossa/Tanque Séptico (filtração anaeróbia).....	44
Imagem 7: Tanque Imhoff (tanque com três câmaras).....	45
Imagem 8: Tanque Imhoff em forma circular (tanque com três câmaras).....	46
Imagem 9: Vista esquemática do reator UASB. ....	47
Imagem 10: Estrutura das lagoas anaeróbias. ....	48
Imagem 11: Sistema de coleta de esgoto convencional.....	53
Imagem 12: Sistema de coleta de esgoto convencional.....	54
Imagem 13: Maré vermelha presente na água oceânica.....	64
Imagem 14: Ciclo do Biogás. ....	79
Imagem 15: Desenho de uma planta básica de biogás.....	83
Imagem 16: Residências precárias ao lado de um rio no <i>Bañado Sur</i> de Assunção.....	85
Imagem 17: Toda a área do <i>Bañado Sur</i> e grande parte de Assunção, baixo água, estão expostos a uma catástrofe ambiental, pelo vertedouro <i>Cateura</i> .....	85
Imagem 18: Esquema de um reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB).....	97
Imagem 19: Biodigestor Indiano. ....	104
Imagem 20: Biodigestor Chinês. ....	104
Imagem 21: Densidade Populacional a nível País. ....	109
Imagem 22: Divisão Política do Estado de <i>Alto Paraná</i> . ....	110
Imagem 23: Território de Cidade do Leste. ....	111
Imagem 24: Fotografia de satélite de Cidade do Leste. ....	112
Imagem 25: Residência da Sra. Elizabeth, onde se vê a inclinação que possui o terreno. ....	114
Imagem 26: Residência da Sra. Elizabeth consegue se distinguir o desnível que há entre onde está localizada a caixa d'água e a cadeira. ....	114
Imagem 27: Greta que faz água quando passa em temporada de chuva. ....	114
Imagem 28: Adaptação da residência para conseguir passar pelo buraco que deixa a água. ....	114
Imagem 29: Banheiro da Sra. Elizabeth.....	115
Imagem 30: Banheiro da Sra. Elizabeth.....	115
Imagem 31: Fossa séptica por fora, com bastante umidade. ....	115
Imagem 32: Rochas retiradas de onde iria ser implantada a fossa séptica, e ao mesmo tempo foram utilizadas pra colocar dentro como uma trama de revestimento. ....	115
Imagem 33: Chuveiro instalado em condições muito precárias, pois o cabo elétrico fica exposto. ....	116
Imagem 34: Instalação do grifo sem pia.....	116
Imagem 35: Sanitário sem instalação de água corrente.....	116
Imagem 36: Banheiro, por fora. ....	116
Imagem 37: Água que provem da cozinha, lançado diretamente no solo.....	116
Imagem 38: Fossa séptica. ....	117

Imagem 39: Dentro da residência de a Sra. Reina, com uma parte da casa com chão de terra. ....	117
Imagem 40: Lixo jogado no pátio da casa. ....	118
Imagem 41: Exterior da residência.....	118
Imagem 42: Área utilizada para as refeições, e de estar no dia a dia. ....	118
Imagem 43: Banheiro utilizado para a higienização. ....	118
Imagem 44: Banheiro utilizado para defecar. ....	119
Imagem 45: No interior da latrina onde pode se observar a matéria orgânica e vários lixos. ....	119

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Exemplos em algumas Cidades da América Latina e o Caribe, onde os serviços de Água e Saneamento são inadequados. ....	22
Quadro 2: Exemplos de valores de $DBO_5$ de alguns tipos de efluentes. ....	39
Quadro 3: Razão $DQO/DBO_5$ para diferentes tipos de efluentes. ....	40
Quadro 4: Níveis de tratamento, objetivos e alternativas tecnológicas empregadas. ....	50
Quadro 5: Vantagens e desvantagens da energia de biomassa, ou biogás. ....	84
Quadro 6: Geração de dados e o consumo de biogás. ....	100
Quadro 7: Tamanho do digestor para geração de biogás pelo esgoto e lixo orgânico das residências (UASB).....	101
Quadro 8: Valores levantados da indústria agro-alimentar de Dourados-MS. ....	105

## SUMÁRIO

<b>1. DELIMITAÇÃO DE ESTUDO E PESQUISA.....</b>	<b>16</b>
1.1. EIXO:.....	16
1.2. TEMA: .....	16
1.3. PROBLEMA:.....	16
<b>2. APRESENTAÇÃO E JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>16</b>
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>27</b>
3.1. OBJETIVO GERAL.....	27
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	27
<b>4. HIPÓTESES .....</b>	<b>27</b>
<b>5. METODOLOGIA.....</b>	<b>28</b>
5.1. PESQUISA BIBLIOGRÁFICA .....	28
5.2. PESQUISA DE CAMPO .....	28
5.3. ESTUDOS DE CASO/TRATAMENTO DE ESGOTOS.....	29
5.4. ANÁLISE E DIAGNÓSTICO .....	29
5.5. DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS DE APROVEITAMENTO DE ESGOTOS RESIDENCIAIS DOMÉSTICOS .....	30
<b>6. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>31</b>
6.1. TEORIAS FUNDAMENTAIS.....	31
6.1.1. <i>ESGOTO SANITÁRIO DOMÉSTICO</i> .....	31
<b>6.1.1.1. Características Físicas .....</b>	<b>35</b>
<b>6.1.1.2. Características Químicas .....</b>	<b>37</b>
6.1.1.2.1. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).....	38
6.1.1.2.2. Demanda Química de Oxigênio (DQO).....	39
6.1.1.2.3. Carbono Orgânico Total (COT) .....	40
<b>6.1.1.3. Características Biológicas .....</b>	<b>41</b>
<b>6.1.1.4. Tratamento do Esgoto Sanitário Doméstico.....</b>	<b>41</b>
6.1.1.4.1. Tanques sépticos ou fossa séptica: .....	44
6.1.1.4.2. Tanques Imhoff: .....	44
6.1.1.4.3. Reatores anaeróbios de fluxos ascendentes em manto de lodo (RAFA/UASB): .....	46
6.1.1.4.4. Lagoas anaeróbias:.....	47
<b>6.1.1.5. Estações de tratamento de esgoto (ETEs).....</b>	<b>50</b>
<b>6.1.1.6. Rede de distribuição das tubulações do esgoto.....</b>	<b>52</b>

6.1.1.6.1. Sistema de coleta do esgoto convencional .....	52
6.1.1.6.2. Sistema de coleta do esgoto condominial .....	53
6.1.2. CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL .....	55
6.1.3. A ÁGUA E A SAÚDE PÚBLICA.....	57
6.1.4. MICRO-ORGANISMOS IMPORTANTES PARA O TRATAMENTO DO ESGOTO SANITÁRIO DOMÉSTICO.....	60
6.1.4.1. Bactérias .....	62
6.1.4.2. Arqueas.....	62
6.1.4.3. Algas .....	63
6.1.4.4. Fungos .....	64
6.1.4.5. Protozoários .....	65
6.1.4.6. Rotíferos .....	66
6.1.4.7. Nematódeos e anelídeos .....	66
6.1.5. ENERGIAS E MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....	67
6.1.5.1. A energia.....	70
6.1.5.1.1. Energia Renovável.....	75
6.1.5.1.1.1. Energia de Biomassa ou Biogás .....	77
6.1.6. A QUESTÃO HABITACIONAL NO PARAGUAI.....	84
6.1.7. HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL.....	90
6.1.9. ANÁLISE DE REFERÊNCIAS .....	93
6.1.9.1. PRODUÇÃO ENERGÉTICA PELO ESGOTO.....	93
6.1.9.1.1. Scaling a Biodigester Ascendant Flow for Biogas Production via Sewer and Solid Waste (Dimensionamento de um fluxo ascendente biodigestor para produção de biogás através do esgoto e lixo sólido. Estudo de caso implementando um upflow anaerobic sludge blanket - reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB-RAFA), em um condomínio residencial em Foz do Iguaçu - Paraná).....	94
6.1.9.1.2. Estudo da viabilidade de um biodigestor no município de Dourados (Mato Grosso do Sul, Brasil).....	102
<b>7. DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>108</b>
7.1. INTRODUÇÃO .....	108
7.2. ETAPAS DE DISCUSÃO .....	111
7.3. PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DE TUBULAÇÃO PARA O ESGOTO, BIODIGESTOR, E LAGOAS ANAERÓBIAS DE DECANTAÇÃO. ....	119
<b>8. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES.....</b>	<b>129</b>
<b>9. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>130</b>

<b>10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>131</b>
10.1. ESPECÍFICAS.....	131
10.2. GENERALES.....	136
<b>11. APÊNDICE I.....</b>	<b>137</b>
11.1. <i>Questionário I</i> .....	137
11.2. <i>Questionário II</i> .....	138
<b>12. Apêndice II.....</b>	<b>139</b>

## 1. DELIMITAÇÃO DE ESTUDO E PESQUISA

### 1.1. EIXO:

Instrumentação Técnica

### 1.2. TEMA:

Arquitetura e Saneamento

### 1.3. PROBLEMA:

Como se pode melhorar e aproveitar o processo de captação e tratamento do esgoto sanitário doméstico em escala urbana gerando ao mesmo tempo energia renovável com benefícios econômicos à população de baixa renda na Cidade do Leste - Paraguai?

## 2. APRESENTAÇÃO E JUSTIFICATIVA

A República do Paraguai faz parte da América Latina e Caribe, encontrando-se no coração da América do Sul. Tratando-se de país, situado nos paralelos 19° 18' e 27° 36' de latitude sul e nos meridianos 54° 19' e 62° 38' de longitude oeste. O Trópico de Capricórnio passa, aproximadamente, sobre o meio do país (PARAGUAI, DGEEC: *Atlas Censal del Paraguay 2002*, Fernando de la Mora, 2004, p.16).

O Paraguai fica, aproximadamente, a 800 km do Oceano Pacífico e a 600 km do Oceano Atlântico. Suas fronteiras ao norte são Bolívia e Brasil, ao leste Argentina e Brasil, ao sul Argentina, e ao oeste Argentina e Bolívia<sup>1</sup>.

Assunção é a capital do Paraguai, País que conta com uma superfície de 406.752 km<sup>2</sup>, e uma população de 6.461.041 habitantes<sup>2</sup>. A estimativa

---

<sup>1</sup> PARAGUAI, DGEEC: *Atlas Censal del Paraguay 2002*, Fernando de la Mora, 2004, p.16. Disponível em: >><http://www.dgeec.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/Atlas%20Censal%20del%20Paraguay/2%20Atlas%20Paraguay%20censo.pdf><<. Acesso: 11/09/2016 às 13:01hs.

da *Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos* (DGEEC), para o ano 2016 é aproximadamente 6.854.536 habitantes<sup>3</sup>.

Segundo o disposto no Artigo nº 159, da Constituição Nacional, aprovada em 1992, o País divide-se em 17 departamentos (estados), 14 departamentos na região Oriental (159.827km<sup>2</sup>), onde residem 31,5 hab. por km<sup>2</sup> e 3 departamentos na Região Ocidental (246.925 km<sup>2</sup>), com apenas 1 hab. por km<sup>2</sup>. Os departamentos com maior densidade populacional são Alto Paraná e Central, com uma concentração entre ambas, de quase metade da população total do País<sup>4</sup>.

Conforme o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID, 2012)<sup>5</sup>, a América Latina e o Caribe abrangem países com os maiores índices de urbanização no mundo em desenvolvimento, portanto, os mesmos possuem uma média maior que as demais regiões em desenvolvimento no mundo, apresentando grandes problemas relativos à habitação. Das 130 milhões de famílias que moram nas cidades latino-americanas, 5 milhões estão obrigadas a compartilhar moradias, 3 milhões moram em moradias irreparáveis e outros 34 milhões de pessoas vivem em imóveis que não possuem título de propriedade, água encanada, saneamento básico, piso adequado, ou espaço suficiente para morar dignamente..

Muitas destas residências, e inclusive as que se encontram em melhores condições, situam-se em lugares que não possuem infraestrutura urbana adequada como o acesso ao transporte público, hospitais, escolas e espaços de lazer. O contraditório nesses dados é que uma parcela significativa da população que reside em casas inadequadas não é necessariamente pobre, isto é, há muitas famílias com pouco acesso às moradias e serviços nos extratos médios de renda<sup>6</sup>.

O acesso à água potável e ao saneamento básico é pior nas zonas rurais, justamente porque estas populações encontram-se afastadas uma das

<sup>2</sup> *idem, ibidem*, p. 17.

<sup>3</sup> PARAGUAI, DGEEC. *Proyección de la población por sexo y edad, según distrito, 2000-2025. Revisión 2015*, Fernando de la Mora. p. 32. Disponível em: >><http://www.dgeec.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/proyeccion%20nacional/Proyeccion%20Distrital.pdf><<. Acesso: 11/09/2016 às 13:01hs.

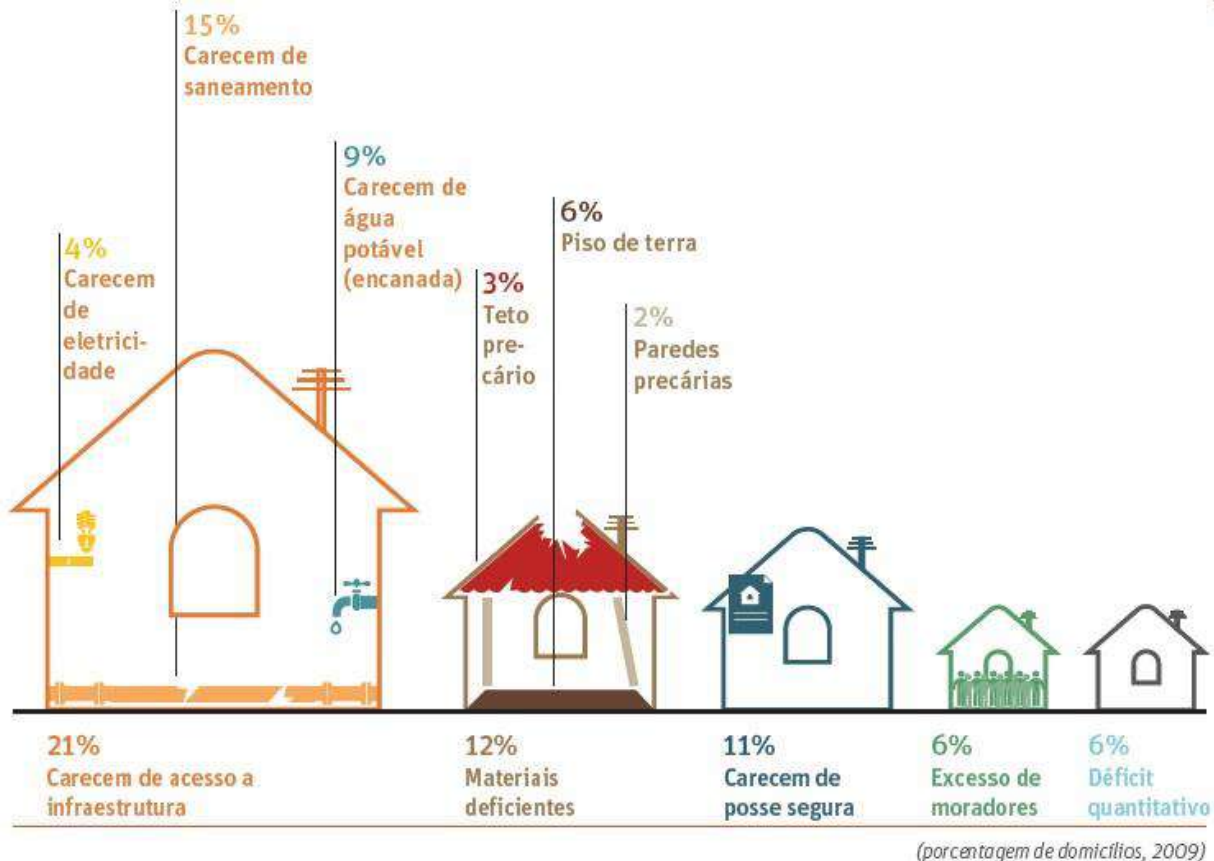
<sup>4</sup> PARAGUAI, DGEEC: *Atlas Censal del Paraguay 2002*, Fernando de la Mora, 2004, p.17. Disponível em: >><http://www.dgeec.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/Atlas%20Censal%20del%20Paraguay/2%20Atlas%20Paraguay%20censo.pdf><<. Acesso: 11/09/2016 às 13:01hs.

<sup>5</sup> Cf. BID (Banco Interamericano de Desenvolvimento). *Un espacio para el desarrollo: los mercados de vivienda en américa latina y el caribe*. Editor: César Patricio Bouillon. Estados Unidos de Norte América, Washington, D.C, 2012, p. 27. Disponível em: >><<. Acessado: 11/09/2016 as 14:05hs.

<sup>6</sup> Cf. BID (Banco Interamericano de Desenvolvimento). *Un espacio para el desarrollo: los mercados de vivienda en américa latina y el caribe*. Editor: César Patricio Bouillon. Estados Unidos de Norte América, Washington, D.C, 2012, p. 27. Disponível em: >><https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/3472/Un%20espacio%20para%20el%20desarrollo%3a%20los%20mercados%20de%20vivienda%20en%20America%20Latina%20y%20el%20Caribe.pdf?sequence=1><<. Acessado: 11/09/2016 as 14:05hs.

outras. Portanto, implantar infraestrutura básica e serviços sociais podem constituir custos elevados<sup>7</sup>.

**Imagem 1:** Principais problemas nas residências latino-americanas e caribenhas.



**Fonte:** BID (Banco Interamericano de Desenvolvimento). **Um espaço para o desenvolvimento**, com base em Rojas e Medellín (2011). Editor: César Patricio Bouillon, 2012, p.2. Disponível em: >><http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36848252><<. Acesso: 11 de setembro de 2016 às 15:02hs.

Ainda que se possa discordar das escolhas dos problemas habitacionais realizada pelo ROJAS e MEDELLÍN (2011), a Imagem 1 apresenta um panorama da situação habitacional latino-americana e caribenha que interessa ao BID e a entidades governamentais para o desenvolvimento de políticas habitacionais<sup>8</sup>. Uma em cada 5 moradias carecem de infraestrutura, uma em cada 8

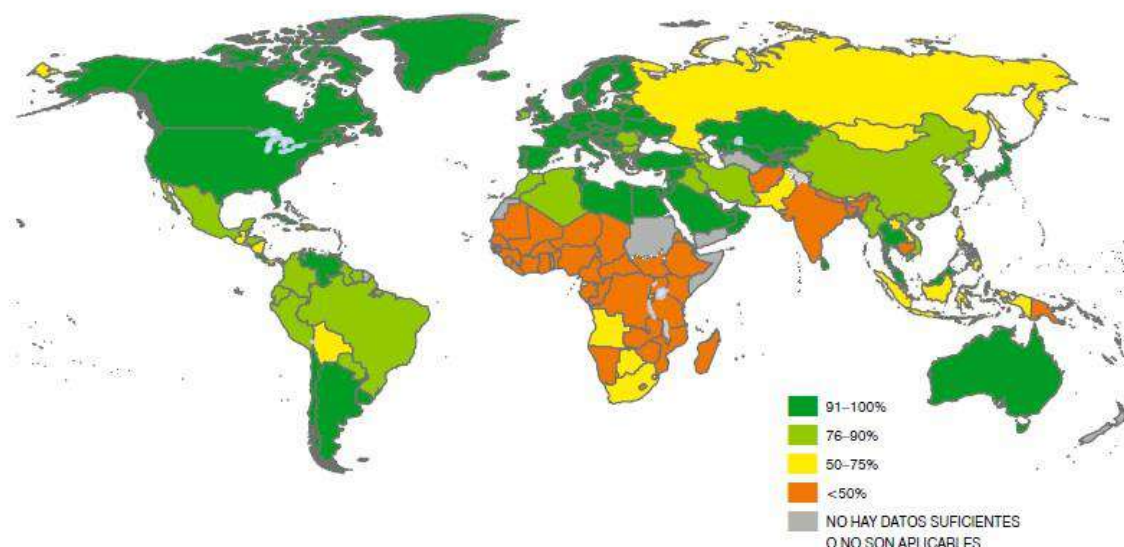
<sup>7</sup> *idem, ibidem*, p. 27.

<sup>8</sup> Os números de percentuais não são a soma total de cada grupo, porque os dados relativos aos vários aspectos, podem se sobrepor; as residências que não possuem eletricidade, podem não possuir água, esgoto, ou a casa em si pode estar construída com materiais muito deficientes. Fonte: BID (Banco Interamericano de Desenvolvimento). **Um espaço para o desenvolvimento**. os mercados habitacionais na América Latina e o Caribe. Editor: César Patricio Bouillon, 2012, p.2. Disponível em: >><http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36848252><<. Acesso: 11 de setembro de 2016 às 15:02hs.

possui materiais deficientes, carece de posse segura e uma em cada 16 possui excesso de moradores<sup>9</sup>.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) informa que os países com menos desenvolvimento no mundo não cumpriram a sua meta relativa ao saneamento básico, apenas 27% das suas respectivas populações atuais receberam o tratamento de efluentes melhorados desde 1990. Em 2015, ainda segundo a OMS, 2.400 milhões de pessoas não possuíam instalações básicas de saneamento, o que é um percentual muito alto<sup>10</sup>.

**Imagem 2:** Mapa mundial com índice de uso do saneamento básico melhorado segundo a OMS/UNICEF de 2015.



**Fonte:** ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD/ FONDO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA INFANCIA (OMS/UNICEF). 25 años, *Progresos en materia de saneamiento y agua potable. Informe de actualización 2015 y evaluación del Objetivo de desarrollo del Milenio (ODM)*, Editora: GROJEC (Audaz), Anna. Estados Unidos de Norte América, 2015, p. 12. Disponível em: >>[http://www.wssinfo.org/fileadmin/user\\_upload/resources/JMPReport\\_Spanish.pdf](http://www.wssinfo.org/fileadmin/user_upload/resources/JMPReport_Spanish.pdf)<<. Acesso: 11 de setembro de 2016 às 15:23hs.

<sup>9</sup> BID (Banco Interamericano de Desenvolvimento). **Um espaço para o desenvolvimento**. os mercados habitacionais na América Latina e o Caribe. Editor: César Patricio Bouillon, 2012, p.2. Disponível em: >><http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36848252><<. Acesso: 11 de setembro de 2016 às 15:02hs.

<sup>10</sup> ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD/JOINT MONITORING PROGRAMME/FONDO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA INFANCIA (OMS/JMP/UNICEF). 25 años, *Progresos en materia de saneamiento y agua potable. Informe de actualización 2015 y evaluación del Objetivo de desarrollo del Milenio (ODM)*. *Panorámicas para Sanitation and Water for All 2016*. Editora: Anna Grojec (Audaz). Estados Unidos da América do Norte/Suíça, Nova York/Ginebra, 2016, p. 5.

Como demonstra a Imagem 2, o mapa mundial do índice de saneamento melhorado<sup>11</sup> evidencia que a maior parte dos países da América Latina e Caribe não possui instalações suficientes de saneamento básico.

Segundo a ODM<sup>12</sup> *“En casi todos los países desarrollados, el acceso universal a saneamiento ya es una realidad; sin embargo, la cobertura del saneamiento varía ampliamente en los países en desarrollo”* (OMS/UNICEF, Editora: GROJEC (AUDAZ), Anna, 2015, p. 12).

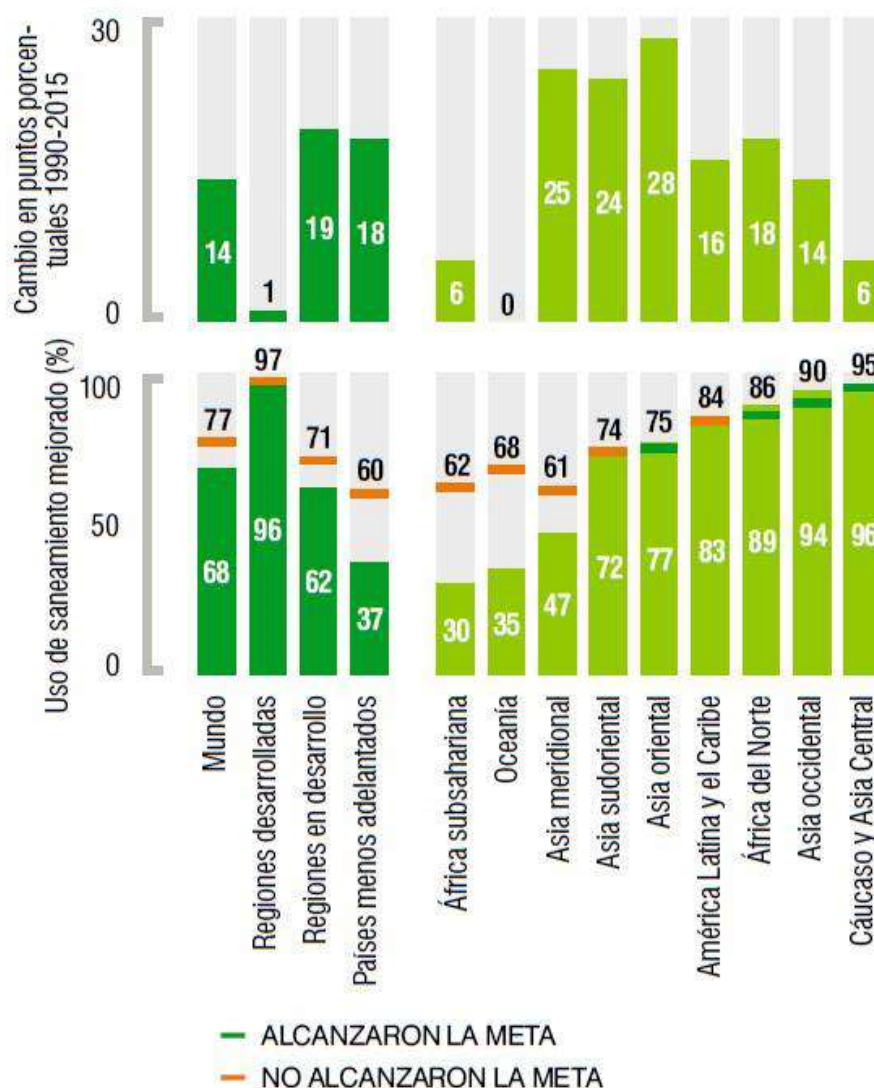
A América Latina e o Caribe, sendo regiões em desenvolvimento, não atingiram o índice esperado para o ano de 2015, como observado abaixo na Imagem 3 e no Quadro 1, de algumas outras cidades na região.

---

<sup>11</sup> **Instalaciones de saneamiento mejoradas:** Este tipo de instalaciones tienen una alta probabilidad de garantizar las condiciones higiénicas necesarias para impedir el contacto de las personas con los excrementos humanos. Entre ellas figuran: Sistema de sifón con descarga a: una red de alcantarillado; un tanque séptico; una letrina de pozo; letrina de pozo mejorada con ventilación; letrina de pozo con losa; letrina de fertilizante orgánico. **Fonte:** ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD/JOINT MONITORING PROGRAMME/FONDO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA INFANCIA (OMS/JMP/UNICEF). **25 años , progresos en materia de saneamiento y agua potable.** informe de actualización 2015 y evaluación del objetivo de desarrollo del milenio (ODM). panorámicas para sanitation and water for all 2016. Editora: Anna Grojec (Audaz). Estados Unidos da América do Norte/Suíça, Nova York/Ginebra, 2016, p.50.

<sup>12</sup> **ODM:** Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. **Fonte:** ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD/JOINT MONITORING PROGRAMME/FONDO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA INFANCIA (OMS/JMP/UNICEF). **25 años , progresos en materia de saneamiento y agua potable.** informe de actualización 2015 y evaluación del objetivo de desarrollo del milenio (ODM). panorámicas para sanitation and water for all 2016. Editora: Anna Grojec (Audaz). Estados Unidos da América do Norte/Suíça, Nova York/Ginebra, 2016, p.12.

**Imagem 3:** Regiões que atingiram a meta do ODM, na utilização do serviço de saneamento melhorado em 2015, e as mudanças que apresentaram desde 1990 a 2015.



**Fonte:** ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD/ FONDO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA INFANCIA (OMS/UNICEF). 25 años, *Progresos en materia de saneamiento y agua potable. Informe de actualización 2015 y evaluación del Objetivo de desarrollo del Milenio (ODM)*, Editora: GROJEC (Audaz), Anna. Estados Unidos de Norte América, 2015, p. 15. Disponível em: >>[http://www.wssinfo.org/fileadmin/user\\_upload/resources/JMPPreport\\_Spanish.pdf](http://www.wssinfo.org/fileadmin/user_upload/resources/JMPPreport_Spanish.pdf)<<. Acesso: 11 de setembro de 2016 às 15:23hs.

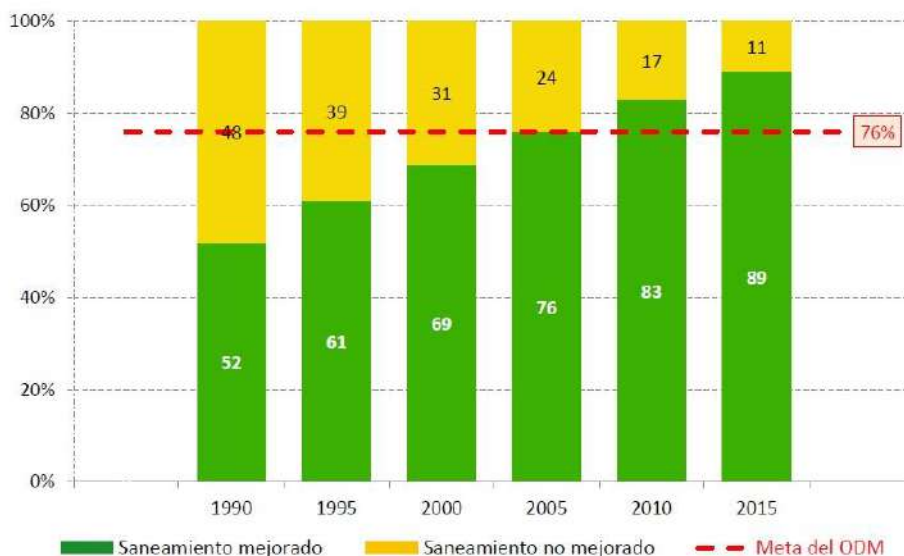
**Quadro 1: Exemplos em algumas Cidades da América Latina e o Caribe, onde os serviços de Água e Saneamento são inadequados.**

<p><b>Cochabamba (Bolivia).</b></p>	<p>53% de la población urbana tiene conexiones domiciliarias internas o externas al agua potable, y 23% de aquellos que están conectados a los sistemas de agua urbanos reciben el servicio durante las 24 horas del día.</p> <p>Las áreas más viejas de la ciudad los sistemas de agua potable llegan al 99 por ciento de los habitantes. En algunas áreas suburbanas del norte y del sur, donde vive la mitad de la población urbana, menos 4% de los hogares tenía acceso a las conexiones de los sistemas de agua potable; 18 % tenía acceso al agua potable fuera de sus casas. Entre el 80 y el 90% obtenía el agua potable de camiones que prestaban el servicio en el área. Solo el 46% de los habitantes de estas áreas están conectados a los servicios de saneamiento.</p>
<p><b>La Paz (Bolivia).</b></p>	<p>El área metropolitana de La Paz (El Alto) tiene una población urbana de más de 1,3 millones de habitantes. Los vecindarios pobres y precarios son a menudo los más recientes dentro de las ciudades, y muchas veces están ubicados fuera de los límites formales de la ciudad. La extensión de los servicios públicos a estas áreas con frecuencia es más lenta que el asentamiento físico de los habitantes y la construcción de las casas. El 66 por ciento de las casas de La Paz tienen conexión a los sistemas urbanos de alcantarillado; entre el 30 y el 40 por ciento de las casas en El Alto están conectadas. De aquellos que no tienen conexiones domiciliarias, un cuatro por ciento en El Alto usa sistemas sépticos (21 por ciento en La Paz).</p>
<p><b>En Montego Bay (Jamaica)</b></p>	<p><math>\frac{2}{3}</math> de la población usa letrinas o sistemas sépticos, o no tienen acceso a ningún tipo de sistema de saneamiento. Áreas más densamente pobladas comparten letrinas.</p>

**Fonte:** UN-Hábitat (2003), **“Agua y saneamiento en las ciudades del mundo: acciones locales para alcanzar objetivos mundiales”**, Earthscan Publications Ltd., Londres; apud WINCHESTER, Lucy. *Armonía y discordancia entre los asentamientos humanos y el medio ambiente en América Latina y el Caribe*, Santiago do Chile, 2008, p. 19.

De acordo com a OMS/UNICEF, o Paraguai, atingiu a meta ODM, em 2016, visto que o país aumentou o seu saneamento melhorado de 52% em 1990, para 89% no ano de 2015. Por tanto, como demonstra a Imagem 4, o país atingiu uma meta de 76%.

**Imagem 4:** Tabela da meta do ODM do Paraguai no decorrer do tempo e sua evolução no saneamento básico desde 1990 a 2015.



**Fonte:** OMS/JMP/UNICEF). *Progresos en materia de saneamiento y agua potable. Informe de actualización 2015 y evaluación del Objetivo de desarrollo del Milenio (ODM), Panorámicas para Sanitation and Water for All 2016*, Estados Unidos de Norte América/Suiça, Nova York/Ginebra, 2016, p. 7.

A Constituição Nacional do Paraguai de 1992, no Capítulo I, da Seção II, que trata do Meio Ambiente, estabelece em seus Artigos 7 e 8<sup>13</sup>:

- *Toda persona tiene derecho a habitar en un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado. Constituyen objetivos prioritarios de interés social la preservación, la conservación, la recomposición y el mejoramiento del ambiente, así como su conciliación con el desarrollo humano integral. Estos propósitos orientarán la legislación y la política gubernamental pertinente.*
  - *Las actividades susceptibles de producir alteración ambiental serán reguladas por la ley. Asimismo, ésta podrá restringir o prohibir aquellas que califique peligrosas [...]*
- [...] El delito ecológico será definido y sancionado por la ley. Todo daño al ambiente importará la obligación de recomponer e indemnizar.*

No Paraguai tem a Lei 836/80 do Código Sanitário, no Capítulo III onde se discute as redes de esgotos e dos rejeitos industriais, importante documento para projetos que lidam com o problema do esgoto, assim estipula nos seus Artigos 77 ao 85<sup>14</sup>.

<sup>13</sup> PARAGUAI. *Constitución de la República del Paraguay*. Asunción 20 de junio de 1992. Disponível em: >>[http://www.oas.org/juridico/spanish/mesicic2\\_pry\\_anexo3.pdf](http://www.oas.org/juridico/spanish/mesicic2_pry_anexo3.pdf)<<. Acesso: 29/09/2016 às 15:31hs.

<sup>14</sup> PARAGUAI. *Congreso de la Nación Paraguaya. Ley Nº 836/80*. Asunción 15 de diciembre de 1980. Disponível em: >>[http://www.seam.gov.py/sites/default/files/ley\\_836.pdf](http://www.seam.gov.py/sites/default/files/ley_836.pdf)<<. Acesso: 29/09/16 às 16:46hs.

Como se pode observar, o Estado deveria penalizar as atividades que produzem algum tipo de contaminação ao meio ambiente, ao solo e às águas do País, o que significa que estas leis não são cumpridas na prática.

Segundo Leguizamón (s/d), as cidades não possuem um tratamento de esgoto sanitário, jogando seus rejeitos em fossas sépticas ou fossas negras, ou diretamente nos cursos d'águas, sem prévio tratamento. O próprio Estado pois, não contempla na prática, os direitos humanos básicos<sup>15</sup>.

Conforme Marecos (2012)<sup>16</sup>, no Paraguai há uma desigualdade muito grande quando se fala na salubridade, em especial os efluentes residuais nas moradias precárias. A autora observa que há um alto risco para a saúde das pessoas, sobretudo daquelas que não possuem água potável.

A questão energética ganha cada vez mais importância no que se refere ao desafio que enfrenta o planeta com a mudança climática. Somando a esse fato, o aumento dos preços da energia de fontes não renováveis (petróleo e gás), muito têm a ver com a instabilidade política de onde elas provêm, Oriente Médio e Norte da África (Paraguai, GIZ/VMME/APER, 2011, *Asunción*, p. 6-7).

A América Latina e o Caribe possuem ampla gama de energias renováveis, mas encontram-se dispersas, e a baixa infraestrutura da integração energética regional, ainda é uma barreira para que esta chegue a todos. O Brasil e o Chile definiram metas ambiciosas, e se dedicaram a elaborar políticas públicas para o desenvolvimento deste setor<sup>17</sup>.

No Paraguai, desde 1970, segundo Belt & Puentes (VMME, 2011), a produção e provisão de energias primárias incrementaram-se mais de 6 vezes. As principais causas foram a expansão da rede viária, a construção de duas grandes hidrelétricas *Itaipú* e *Yasyretã*, e a expansão da rede elétrica, nas regiões rurais especificamente. Nos últimos anos o grau da expansão elétrica passou de 48 a 96,7% no meio rural e nas cidades de 99%. O Chaco Paraguai, uma região muito distante, até hoje não apresentam avanços<sup>18</sup>.

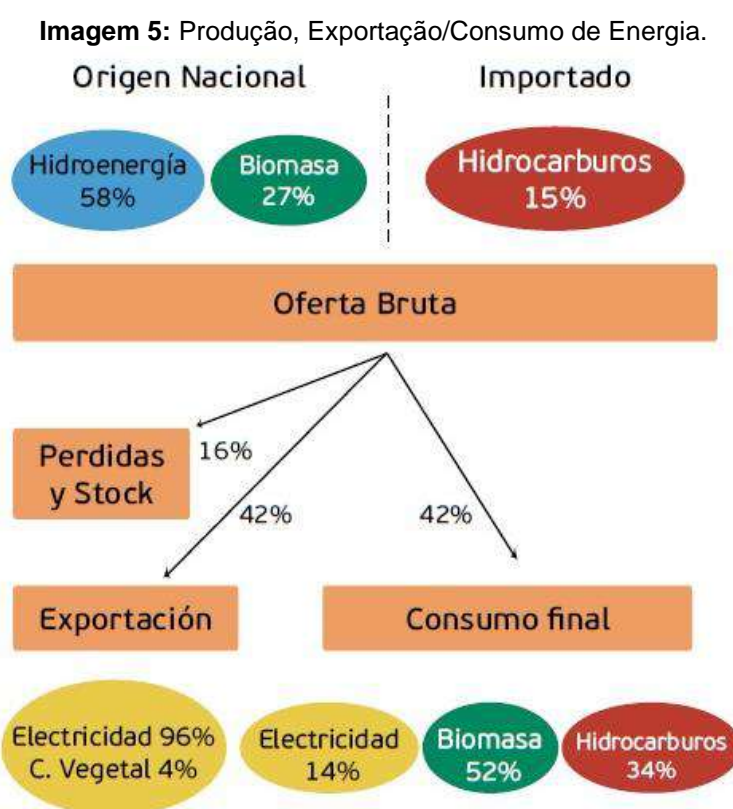
<sup>15</sup> LEGUIZAMÓN, Ovelar; Luis. *Proyecto de desarrollo de capacidades para el uso seguro de aguas servidas en agricultura* (FAO, WHO, UNEP, UNU-INWEH, UNW-DPC, IWMI e ICID). *Producción de aguas servidas, tratamiento y uso en Paraguay*. Paraguay, s/d. Disponível em: >>[http://www.ais.unwater.org/ais/pluginfile.php/378/mod\\_page/content/148/PARAGUAY\\_producci%C3%B3n%20de%20aguas%20servidas.%20tratamiento%20y%20uso.pdf.pdf](http://www.ais.unwater.org/ais/pluginfile.php/378/mod_page/content/148/PARAGUAY_producci%C3%B3n%20de%20aguas%20servidas.%20tratamiento%20y%20uso.pdf.pdf)<<. Acesso: 16/09/2016 às 14:07hs.

<sup>16</sup> MARECOS, Olga. *Saneamiento básico. recolección, tratamiento y disposición final de aguas residuales*, 2002. Disponível em: >><http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd27/omarecos.pdf><<. Acesso: 16/06/2016 às 14:34hs.

<sup>17</sup> Paraguai, GIZ/VMME/APER, 2011, *Asunción*, p. 6-7. Disponível em: >><http://www.ssme.gov.py/vmme/pdf/libroenergia.pdf><<. Acesso: 0/11/2016 às 07:10hs.

<sup>18</sup> *idem, ibidem*, cap. 2, p. 16.

No País, a matriz energética caracteriza-se por uma oferta muito alta de energia primária de fonte renovável e local. Segundo, o Balanço Energético Nacional de 2009, 58% correspondem à hidroeletricidade, descontando suas perdas e no remanejamento do *stock*, 48% é exportado. Aproximadamente 27% correspondem à biomassa (lenha, carvão vegetal e rejeitos vegetais), e os 15 % restantes, são os referentes aos hidrocarbonetos<sup>19</sup>, importados na sua totalidade, pois no País não se tem produção de petróleo nem de gás natural, que geralmente são utilizados para o transporte<sup>20</sup>.



**Fonte:** PARAGUAI, Viceministerio de Minas y Energías (VMME). **Situación de energías renovables en paraguay.** Balance de energía equivalente al 2009. Cap. 2, 2011. p. 14. Disponível em: >><http://www.ssme.gov.py/vmme/pdf/libroenergia.pdf><<. Acesso: 04/11/2016 às 07:14hs.

<sup>19</sup> **Hidrocarbonetos:** são moléculas que contêm apenas carbono (C) e hidrogênio (H) em sua composição. São constituídos de um "esqueleto" de carbono no qual os átomos de hidrogênio se ligam. Constituem esta função os alcanos, alcenos, alcinos, alcadienos, cicloalcanos, cicloalcenos, moléculas aromáticas, etc.

**Aplicação do hidrocarboneto na produção energética:** O petróleo é a base principal para a produção de energia e fonte de matérias-primas inúmeras para diferentes tipos de indústrias em nossa sociedade. É uma mistura constituída majoritariamente de hidrocarbonetos e impurezas presentes nos poços dos quais são extraídos. Estes hidrocarbonetos, após separados do petróleo, podem ser utilizados em diferentes tipos de motores para geração de energia devido a uma característica comum destes compostos, a combustão. Fonte: Renan Micha. Disponível em: >><http://educacao.globo.com/quimica/assunto/quimica-organica/hidrocarbonetos.html><<. Acesso: 06/11/2016 às 23:56hs.

<sup>20</sup> Paraguai, GIZ/VMME/APER, 2011, *Asunción*, p. 16. Disponível em: >><http://www.ssme.gov.py/vmme/pdf/libroenergia.pdf><<. Acesso: 0/11/2016 às 07:10hs.

A questão das habitações no País, segundo a *Secretaría Nacional de la Vivienda y Hábitat* (SENAVITAT), apresenta um *déficit* habitacional de mais de 1.100.000 moradias (2011), e se não houver uma mudança na política pública habitacional, o mesmo aumentará para 1.500.000 moradias, até o ano de 2020.

O *déficit* habitacional no Paraguai é do tipo quantitativo, 13% e qualitativo, 87%, o quantitativo refere-se às novas moradias, e o qualitativo é a ampliação e/ou reparação das habitações antigas (SENAVITAT, 2013, p.12).

Quando se fala de melhoria, não quer dizer, que as moradias sejam precárias, mas sim, que não possuem saneamento básico, água encanada, e esgoto, bem como coleta e tratamento de resíduos e efluentes<sup>21</sup>.

O *Plan Nacional del Hábitat y la Vivienda* (PLANHAVI, 2011) descreve na análise realizada, que o *déficit* habitacional no Paraguai, apresenta uma ampla demanda por residências entre ampliação, melhoria ou novas moradias. Com tudo isso, o PLANHAVI percebeu que naquele ano, o *déficit* era de 360mil residências e que até o ano de 2020, alcançará um *déficit* de 500mil habitações<sup>22</sup>.

O presente trabalho é de suma relevância pelo fato de que no Paraguai se tem uma grande demanda por saneamento básico. Este projeto busca a produtividade energética, economizando energia elétrica, diminuindo o impacto ambiental tanto no solo, como dos corpos d'águas superficiais e subterrâneos, por meio do aproveitamento dos referidos resíduos e efluentes, para a produção de energia de fonte renovável (biogás).

---

<sup>21</sup> Tradução própria. PARAGUAI, SENAVITAT (*Secretaría Nacional de la Vivienda y Hábitat*). PLANHAVI (*Plan Nacional de Hábitat y Vivienda del Paraguay*). Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), Assunção, Paraguai, 2013, p. 12. Disponível em: >><http://www.senavitat.gov.py/sitioplanhavi/wp-content/uploads/sites/3/2012/09/15.1-Planhavi.pdf><<. Acesso: 25/10/2016 às 18:26hs.

<sup>22</sup> *idem, ibidem*, p. 12.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GERAL**

Contribuir para a melhoria do saneamento básico e do acesso à energia, por meio de um sistema de coleta de águas residuais, produção energética de fonte renovável de baixo custo e diminuição do impacto ambiental.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 3.2.1. Diminuir o impacto ambiental causado pelo esgoto sanitário residencial no contato direto com o solo e os cursos d'água.
- 3.2.2. Melhorar a qualidade de vida das populações de baixa renda.
- 3.2.3. Procurar alternativas que sejam mais eficientes, e que produzam menos dano ao meio ambiente, por meio da implementação de políticas públicas de saneamento básico urbano.
- 3.2.4. Propor soluções que sejam mais viáveis na questão da instalação e manutenção de uma rede coletora de esgoto.
- 3.2.5. Ampliar o acesso ao saneamento básico na Cidade do Leste - Paraguai.
- 3.2.6. Propiciar acesso à energia renovável, por meio da produção do biogás a partir do esgoto doméstico.

### **4. HIPÓTESES**

- 4.1. Com a captação e tratamento dos esgotos residenciais domésticos poder-se-á aproveitar e produzir energia de fonte renovável de baixo custo na Cidade do Leste e no Paraguai.
- 4.2. Com a aplicação adequada de políticas públicas para o saneamento básico urbano, menor será a contaminação do solo e das águas pelos efluentes domésticos na Cidade do Leste e no Paraguai.
- 4.3. A diminuição do dano causado pelo esgoto sanitário residencial, em contato direto com o solo e os cursos d'água produzirá menos impacto ao meio ambiente na Cidade do Leste e no Paraguai.

- 4.4. O tratamento correto do esgoto residencial doméstico logrará melhor qualidade de vida para as pessoas de baixa renda.
- 4.5. Tendo soluções mais viáveis na questão da instalação e manutenção de uma rede coletora de esgotos, nas residências de interesse social, menor será o seu custo a curto, meio e longo prazos.
- 4.6. A aplicação de políticas públicas de saneamento básico nas moradias de interesse social na Cidade do Leste poderá servir como modelo futuro para outras cidades do Paraguai.

## 5. METODOLOGIA

A metodologia adotada se subdividiu nos seguintes itens abaixo discriminados:

### 5.1. PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

O estudo será realizado, por meio de levantamentos em livros, arquivos pdf's, artigos publicados na internet, revistas acadêmicas, vídeos, trabalhos técnicos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações ou teses, com o fim de se levantar informações e dados para análises e diagnósticos.

### 5.2. PESQUISA DE CAMPO

A pesquisa de campo se iniciou por meio de pesquisa, em instituições públicas como a prefeitura da Cidade do Leste – Paraguai, encarregada da salubridade, higiene e do planejamento urbano, especificamente na questão da captação dos esgotos residenciais domésticos da cidade.

Depois, novas pesquisas de campo foram realizadas para fazer o levantamento topográfico, uso e ocupação do solo, arruamento, escolha do terreno/lote para implantação do Biodigestor, da lagoa de decantação entre outros.

Num primeiro momento do trabalho, a metodologia pretendia incluir questionários aleatórios, nos assentamentos *Belén*, *Mariscal López* e *San Valentín* e no bairro *Fortín Toledo* da Cidade do Leste no Paraguai, com o objetivo de se analisar respostas, e assim, produzir um diagnóstico a fim de se elaborar as

recomendações pertinentes, a partir dos problemas detectados, os mesmos encontram-se no Apêndice I deste trabalho. No entanto, conforme se avançou o trabalho, esta ferramenta tornou-se dispensável, porque se optou pela captação concentrada e aproveitamento do esgoto do bairro ao redor da escola *San Marcos*, para a geração de biogás na referida instituição educativa, e não mais a geração de biogás nas próprias moradias como se pretendia num primer momento. Pois o desenvolvendo o trabalho viu-se que a quantidade de esgoto gerado numa residência só, não teria uma eficiência muito satisfatória para suprir as necessidades dos moradores da mesma, tanto como para fogões a gás, iluminação em lampiões, aquecimento de água, campânulas utilizadas para o aquecimento de pintinhos nas granjas, e no acionamento de geladeiras e motores.

### 5.3. ESTUDOS DE CASO/TRATAMENTO DE ESGOTOS

Com base em projetos já realizados, relativos à produção energética a partir de fontes renováveis no Brasil, ou na América Latina e o Caribe, com fezes humanas ou de animais, pretende-se aplicar o mesmo sistema de geração energética, a partir do esgoto residencial doméstico na Cidade do Leste – Paraguai.

Nesse contexto, o principal objetivo do presente trabalho, é projetar um sistema de tratamento do esgoto residencial doméstico, que permita a geração de energia térmica e elétrica, reduzido o impacto ambiental e devido ao aproveitamento do referido resíduo doméstico.

### 5.4. ANÁLISE E DIAGNÓSTICO

Uma vez que se realizou a análise dos estudos de casos, observaram-se as necessidades de infraestrutura básica e de saneamento relativas às moradias populares. Além disso, aplicou-se neste projeto, um sistema de captação do esgoto residencial doméstico no Bairro *Fortín Toledo*, o qual teve como finalidade o tratamento do esgoto de forma adequada, e assim aproveitou-se o mesmo para a geração de biogás, o qual vai ser utilizado na cozinha da escola pública *San Marcos*, fazendo com que os alunos que frequentam a instituição educativa tenham uma refeição diária, ou seja, o almoço, pois este atingiria aos

alunos de ambos turnos (manhã e tarde), trazendo assim uma economia para as famílias dos estudantes que assistem à escola.

## 5.5. DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS DE APROVEITAMENTO DE ESGOTOS RESIDENCIAIS DOMÉSTICOS

Para conseguir-se aproveitar o esgoto doméstico no que refere à geração de biogás para as residências ou comunidades tanto de baixa renda econômica ou para outros setores da sociedade, de uma maneira econômica, o mesmo deve ser canalizado, e levado até um único ponto, alias o ponto mais baixo da região a ser trabalhada, tendo em consideração a topografia e também o traçado atual já urbanizado das ruas. Pois neste projeto os mesmos, tanto como a topografia e o sentido do caimento das ruas, foram imprescindíveis para que o afluyente consiga descer da mesma forma que as águas pluviais descem, sem a necessidade de maquinarias para o bombeio do material, o que faz com que o trabalho seja muito mais caro, portanto optou-se pela gravidade proporcionada pela própria área a ser trabalhada, tanto das ruas como da topografia.

O efluente resultante do tratamento nos biodigestores UASB<sup>23</sup>, o qual tem uma eficácia sem um pós-tratamento, sempre e quando sua execução seja eficiente, oferece uma redução do DBO em média de 65% a 75% no que refere ao processo de tratamento do esgoto doméstico (Von SPERLING, 1996 apud GRASSELLI, Rangel, s/d.). Portanto, para ter-se um tratamento mais eficiente e sem precisar a manutenção constante do homem para a retirada do efluente na caixa de saída<sup>24</sup> do Biodigestor, se sugeriu tratar a posteriori o mesmo efluente, canalizando-o e levando até uma lagoa anaeróbia. Pois, segundo Jordão & Pessôa (2005, apud GRASSELLI, Rangel, s/d.) quase sempre é necessária a realização de um pós-tratamento depois de ter se tratado o afluyente num Biodigestor. Em vista disso, para que sua disposição final se faça de maneira automática, lançar-se-á o material já tratado sem poluentes, no curso de água, neste caso no *Río Acaray*.

---

<sup>23</sup> No presente trabalho de pré-dimensionamento utilizou-se o modelo UASB, pela sua eficiência na geração do biogás num tempo mais curto que os demais tipos de biodigestores conhecidos na atualidade.

<sup>24</sup> O material que foi tratado no Biodigestor UASB e sai pela caixa de saída, normalmente é utilizado como adubo para todo tipo de cultivos.

## 5.6. PRE-DIMENSIONAMENTO

Elaboração do ante-projeto de captação de esgoto e produção de biogás (com pré-dimensionamento de rede coletora urbana, biodigestor, lagoa anaeróbia de decantação, e a quantificação da quantidade de tubulação necessária para sua execução, o mesmo consta no Apêndice II), em desenhos em escala e em conformidade com normas técnicas pertinentes.

## 6. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 6.1. TEORIAS FUNDAMENTAIS

#### 6.1.1. ESGOTO SANITÁRIO DOMÉSTICO

Segundo Leme (2014), os gregos foram os primeiros que se preocuparam com o esgoto doméstico que se produzia nas cidades e, portanto, desenvolveram uma infraestrutura que permitia levá-lo para fora das cidades, nas áreas rurais, por meio de um sistema de drenagem e canalização, disposto no solo, e servindo de adubo aos cultivos.

Leme (2014, p. 19-20) ressalta que nos Estados Unidos da América do Norte, o tratamento de águas residuais só recebeu atenção no final de 1800, porque a ação causada pelo esgoto não tratado lançados aos corpos de água, não era considerado para eles como significativo, e também, porque existiam lotes vazios sem ocupação alguma, que poderiam servir para que o esgoto fosse disposto no solo daquele local.

Em 1925, 80% das cidades nos EUA, com uma população de mais de 100mil habitantes, não possuíam instalações de esgoto sanitário doméstico (Linsley & Franzini, 1978, p. 798., *apud* LEME, 2014, p. 19-20). Só em 1970, as cidades daquela dimensão passaram a apresentar instalações de tratamento de esgotos sanitários domésticos, e quase 90% dos rejeitos passavam por algum tipo de tratamento. Todos estes agentes causadores de poluição provocam consumo do oxigênio dissolvido que se encontra na água, eutrofização<sup>25</sup> e contaminação por microrganismos patogênicos<sup>26</sup>.

---

<sup>25</sup> **Eutrofização:** fenômeno no qual o ambiente aquático caracteriza-se por uma elevada quantidade de nutrientes (principalmente nitratos e fosfatos). Este fenômeno é resultante da poluição das águas por emissão de

Para Macintyre (2014, p. 77), as águas residuárias são líquidos residuais ou efluentes de esgotos, que compreendem as águas residuárias domésticas, industriais e de infiltração.

- a- *Águas residuárias*: despejos líquidos das habitações, estabelecimentos comerciais, indústrias, hospitais hotéis ou outros tipos de edificações, podendo-se dividir em águas imundas ou negras, e águas servidas;
- b- *Águas imundas ou negras*: são as águas que contém rejeitos fecais, elevada quantidade de matéria orgânica instável, petrificável com alto grau de micro-organismos;
- c- *Águas servidas*: são as águas que resultam do lavado e limpeza das cozinhas, banheiros e tanques;
- d- *Águas industriais*: consideram-se às águas provenientes das fábricas e elas podem ser orgânicas, tóxicas ou agressivas, e inertes;
- e- *Águas de infiltração*: são as águas que penetram nas canalizações do esgoto, por falta de impermeabilização nas suas juntas, sendo de 0,0002 a 0,0008 L/s por metro coletor<sup>27</sup>.

Os principais causadores da poluição dos recursos hídricos são os esgotos domésticos e industriais, que são lançados de forma bruta sem tratamento adequado, fazendo que as águas se contaminem; assim como também as chuvas com poluentes da atmosfera ou do solo, o entulho urbano jogado na via pública, os pesticidas e fertilizantes que se utilizam na agricultura, detergentes utilizados para a remoção de gorduras e os elementos resultantes da erosão pelo desmatamento<sup>28</sup>.

Segundo Sant'Anna Jr. (2013, 37-39), apesar de muitos sistemas naturais apresentarem quantidades baixas ou nulas de oxigênio dissolvido (OD) nas

adubos, fertilizantes, detergentes e esgoto sanitário doméstico sem tratamento prévio ,que provocam o aumento de minerais e, conseqüentemente, a proliferação de algas microscópicas que localizam-se na superfície.

Desse modo, cria-se uma camada espessa de algas que impossibilitam à entrada de luz na água, e impedem a realização da fotossíntese pelos organismos presentes nas camadas mais profundas, o que ocasiona a morte das algas, a proliferação de bactérias decompositoras e o aumento do consumo de oxigênio por estes organismos. Conseqüentemente começa a faltar oxigênio na água o que gera a mortandade dos peixes e outros organismos aeróbicos.

Na ausência do oxigênio, a decomposição orgânica torna-se anaeróbica produzindo gases tóxicos, como sulfúrico (que causa o cheiro forte característico do fenômeno).

A eutrofização causa a destruição da fauna e da flora de muitos ecossistemas aquáticos, transformando-os em esgotos a céu aberto. Esse cenário permite a proliferação de inúmeras doenças causadas por bactérias, vírus e vermes. **Fonte:** Clarisse Rocha. InfoEscola. **Eutrofização.** s/d. Disponível em: >><http://www.infoescola.com/ecologia/eutrofizacao/><<. Acesso: 08/11/2016 às 4:38hs.

<sup>26</sup> LEME, Edson José de Arruda. **Manual prático de tratamento de águas residuárias.** 2. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2014. p. 19-20.

<sup>27</sup> MACINTYRE, Archibald Joseph. **Manual de instalações hidráulicas e sanitárias.** 1ª. ed. – [Reimpr.]. Rio de Janeiro: LTC, 2014. p. 77.

<sup>28</sup> MARTINS, G., PHILIPPI JR. A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável.** Arlindo Philippi Jr., editor. – Barueri, SP: Manole, 2005. (Coleção Ambiental; 2) *in* Águas de abastecimento. cap. 5. p.124-125.

águas, como os pântanos, fossas abissais<sup>29</sup> e os fundos dos grandes lagos, grande parte da água superficial em escoamento, que forma o sistema fluvial e lacustre, apresenta naturalmente níveis significativos de oxigênio dissolvido assegurando a manutenção da biodiversidade nesses ecossistemas.

O nível de oxigênio dissolvido na água, depende muito da pressão e da temperatura, sendo diretamente afetado quando poluentes orgânicos biodegradáveis são lançados nas águas. Quando o esgoto residencial doméstico contém elementos biodegradáveis, e são jogados no rio, as bactérias que se encontram na água fazem com que se deteriore esses elementos, através do consumo do oxigênio dissolvido presente na água. Grandes extensões de rio apresentam níveis muito baixos ou praticamente nulos de OD, e assim, poder-se-ia afirmar que “um rio sem oxigênio dissolvido é um rio morto”<sup>30</sup>.

A matéria orgânica mesmo que seja biodegradável, traz sérios impactos ambientais quando é lançada nos cursos d’água, portanto os processos de eliminação dessa matéria orgânica (processo de tratamento) deve removê-las, até conseguir amenizar os poluentes contidos nas águas, fazendo com que não comprometam o sistema aquático<sup>31</sup>.

Para o programa “Trata Brasil” (2013), saneamento é o grupo de parâmetros que buscam proteger ou alterar o estado do meio ambiente, com o fim de prevenir doenças, e proporcionar saúde e melhoria da qualidade de vida à população, possibilitando melhores atividades econômicas.

No Brasil, o saneamento básico é um direito, pois assim o estabelece a Constituição na Lei nº 11.445/2007, como o conjunto de serviços, infraestrutura e instalação operacional de abastecimento de água e esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, fiscalização dos resíduos sólidos e de águas pluviais. No Paraguai também é um direito assegurado pela Lei 836/80 do Código Sanitário, no Capítulo III, nos seus Artigos 77 ao 85.

---

<sup>29</sup> **Fossas abissais:** são áreas deprimidas e profundas do piso submarino. Possuem dimensões hemisféricas, sendo porém, estreitas em largura. Tal área do relevo oceânico pode atingir até 11 km de profundidade. A temperatura nas fossas oceânicas pode ser muito reduzida, variando normalmente entre 0 e 2 graus. A maior das fossas oceânicas conhecidas é a depressão Challenger, na Fossa das Marianas, com 11033 metros de profundidade (a fossa das Marianas localiza-se a leste do arquipélago das Filipinas).

As fossas se formam nas chamadas zonas de subducção, trechos da crosta terrestre onde as placas tectônicas convergem, colidem, e uma delas, a de maior densidade penetra embaixo da outra de menor densidade. Como resultado forma-se uma grande depressão no solo submarino. Um perfeito exemplo deste fenômeno é a Fossa do Atacama, próximo a Peru e Chile, que resultou do choque entre uma placa continental sul americana e a placa oceânica de Nazca. Fonte: Emerson Santiago. InfoEscola. Fossas abissais. s/d. Disponível em: >><http://www.infoescola.com/oceanografia/fossas-abissais/><<. Acesso: 08/11/2016 às 05:14hs.

<sup>30</sup> SANT’ANNA JUNIOR, Geraldo Lipel. **Tratamento biológico de efluentes: fundamentos e aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2013. p. 37-39.

<sup>31</sup> *idem, ibidem*, p. 39.

Atualmente, o termo utilizado no Brasil para agrupar os 4 serviços (infraestrutura e instalação operacional de abastecimento de água e esgotamento sanitário; limpeza urbana; drenagem urbana; fiscalização dos resíduos sólidos e de águas pluviais) é o Saneamento Ambiental, mas o mais utilizado é Saneamento, que engloba serviços como acesso à água potável, à coleta e ao tratamento dos esgotos (BRASIL, Trata Brasil, 2013)<sup>32</sup>.

O esgoto está composto de água e matéria orgânica (fezes, urina e água resultante do serviço doméstico). Para Metcald & Eddy (1979, 1979, 2. ed., p. 920 e 1991, 3. ed., p. 1334, *apud* LEME, 2014, p. 30), a composição do esgoto doméstico bruto varia, pois este está ligado aos costumes e uso da população local, hora do dia, dia da semana, mês e estação do ano, classificando-o em fraca, media ou forte. O esgoto depende da sua concentração, pois contém de 99,53% a 99,78% de água e apenas 0,13% a 0,47% de constituintes suspensos e dissolvidos em massa líquida (sólidos totais, demanda bioquímica de oxigênio-DBO, demanda química de oxigênio-DQO, carbono orgânico total COT, compostos químicos, entre outros). Essa porção muito pequena de matéria orgânica poluente, presente no esgoto sanitário doméstico, é responsável pela poluição e contaminação dos cursos d'água, por isso é importante seu tratamento adequado.

O destino final do esgoto é, quase sempre, disposto nos corpos d'água, muitas vezes sem tratamento algum. Isto pode trazer desvantagens como mau cheiro, sabor na água potável, mortalidade de animais aquáticos, como também ameaça à saúde da população (ALMEIDA, PITALUGA, REIS, Revista Biociências, 2010, p. 73).

No Paraguai, por meio do *Ente Regulador de Servicios Sanitarios* (ERSSAN) que regulamenta a Lei n° 5428/2015, *De Efluentes Cloacales*, organiza-se o tratamento, depuração, escoamento, controle e fiscalização do esgoto antes da sua disposição final nos corpos receptores<sup>33</sup>, os corpos d'água. Portanto, visa à proteção da saúde pública e do meio ambiente, por meio da gestão ambiental sustentável, investindo-se na infraestrutura de saneamento, pública ou privada, com

---

<sup>32</sup> Cf. "Trata Brasil", saneamento é saúde. o que é saneamento? Disponível em: >><http://www.tratabrasil.org.br/o-que-e-saneamento><<. Acesso: 23/10/16 às 13:35hs.

<sup>33</sup> PARAGUAI. Poder Legislativo. **Ley N° 5428/15 de efluentes cloacales**. Artigo n° 3. Assunção, 27 de outubro de 2015, p. 1-3. Definições. *Cuerpos receptores: todos aquellos lugares utilizados en la disposición final de las aguas residuales tratadas, tales como: embalse natural, ríos, lagos, lagunas, arroyos, quebradas, manantiales, humedales, estuarios, esteros, manglares, pantanos, aguas costeras y toda otra denominación de los recursos hídricos.* [on-line]. Disponível em: >>[http://www.erssan.gov.py/archivos/documentos/LEY%20%20DE%20EFLUENTES%20CLOACALES\\_dwe6ng6x.pdf](http://www.erssan.gov.py/archivos/documentos/LEY%20%20DE%20EFLUENTES%20CLOACALES_dwe6ng6x.pdf)<<. Acesso: 24/10/2016 às 23:45hs.

o fim de tratar o esgoto, tanto domiciliar como industrial. Assim também, está disposto no seu Artigo nº 8, da mesma Lei, que diz;

Será competencia de la Secretaria del Ambiente (SEAM) en virtud de la Ley nº 294/93 "Evaluación de Impacto Ambiental" y la Ley nº 3.239/07 "De los Recursos Hídricos del Paraguay", establecer por resolución fundada, regulaciones o normas específicas, para **el reciclado del efluente cloacal y el uso para generación de energía no convencional** (PARAGUAI. Poder Legislativo. Ley N° 5428/15 de Efluentes Cloacales, Assunção, 2015, p. 2).

Os efluentes urbanos tratados, contêm uma grande quantidade de materiais orgânicos, pois segundo Heller & Nascimento (2005, p. 24-35, *apud* ALMEIDA, PITALUNGA, e REIS, 2010, p. 73)<sup>34</sup> são lançados diariamente nos cursos d'água. Estas ações, devem ser considerados necessariamente com a realidade socioeconômica-cultural da população ou do país. Portanto, há de se considerar o seu desenvolvimento econômico, os seus desequilíbrios ambientais e sociais, e sua realidade sanitária.

#### 6.1.1.1. Características Físicas

De acordo com Kawai *et al.* (1991, 38. p., *apud* LEME, 2014, p. 31)<sup>35</sup>, as principais características físicas dos esgotos são: temperatura, turbidez<sup>36</sup>, teor de sólidos (totais, em suspensão, dissolvidos sedimentáveis, fixos e voláteis), odor, cor, vazão, material retido, removido ou produzido. A variação da forma, ou quantidade, possuem diversas inferências. A temperatura das águas residuárias é importante, pelo efeito que causa na vida aquática, pela solubilidade do oxigênio e a estimulação da vida biológica, quando se fala de mau cheiro, resultado da

<sup>34</sup> ALMEIDA, R., PITALUGA, D., RIES, R. **Tratamento de esgoto doméstico por zona de raízes precedida de tanque séptico**. Revista Biociências, UNITAU. Volume 16, número 1, 2010, p. 73-81. Disponível em: >><http://www.alfa.br/argsfck/files/PDF%20TRAMENTO%20DE%20ESGOTO%20DOM%3%89STICO1107-3535-1-PB.pdf><<. Acesso: 24/10/2016 às 21:42hs.

<sup>35</sup> LEME, Edson José de Arruda. **Manual prático de tratamento de águas residuárias**. 2. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2014. p. 31.

<sup>36</sup> **Turbidez:** A utilização mais imediata da água doce é torná-la potável. Uma importante propriedade da água é a turbidez, a qual está diretamente relacionada à sua qualidade como água doce e potável. A turbidez representa a propriedade óptica de absorção e reflexão da luz, e serve como um importante parâmetro das condições adequadas para consumo da água. A turbidez é causada por partículas sólidas em suspensão, como argila e matéria orgânica, que formam coloides (*partículas dispersas, são significativamente menores do que aquelas que podem ser percebidas ao olho nu, porém, bem maiores do que as moléculas individuais. Tais partículas recebem o nome de partículas coloidais*) e interferem na propagação da luz pela água. Entretanto, não se pode relacionar unicamente a turbidez à sujeira da água, pois são numerosos os fatores que interferem na absorção e na reflexão da luz, como o tamanho das partículas, sua forma geométrica dispersiva da luz e sua coloração. Pode-se apenas mencionar a turbidez total da água, em uma testagem quantitativa. **Fonte:** André Luis Silva Da Silva. InfoEscola. **Turbidez d'água**. s/d. Disponível em: >><http://www.infoescola.com/quimica/turbidez-da-agua/><<, Acesso: 25/10/2016 às 00:58h.

decomposição da matéria orgânica, ou das diversas reações das substâncias que nela possuem, como o fenol, mercaptanas tanantes, etc.

Mosier *et al.* (1977, p. 540-571, apud LEME, 2014, p. 31.)<sup>37</sup>, deixa claro que não existe uma relação entre emissão de fedor e uma doença específica ou toxicidade que possa causá-la pelo gás, mas a emissão de fedor pode acarretar alergias, diminuição do apetite, consumo baixo de água, dificuldade respiratória, náusea, insônia e estresse mental, assim afetando e reduzindo a qualidade de vida da população a qual se encontra exposta ao esgoto. Parthum & Leffel (1979, 80 p., apud LEME, 2014, p. 31.)<sup>38</sup> relata que as principais substâncias que produzem mau cheiro, associadas às estações de tratamento de efluentes residuais, resultam da atividade biológica, principalmente pela ação anaeróbia da matéria orgânica, pois contêm enxofre<sup>39</sup> ou nitrogênio<sup>40</sup>.

O gás que se produz nos esgotos sanitários domésticos e no lodo das estações de tratamento é o gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S) que é altamente solúvel, entre 5 °C e 30 °C, apresentando cheiro de ovo em estado de putrefação. Este gás é a principal substância emitida pelas estações e demais estruturas de tratamento. Considera-se o gás sulfídrico altamente corrosivo, extremamente tóxico, e pode causar a morte quando sua concentração estiver acima de 225ppm<sup>41</sup>, por volume de

<sup>37</sup> LEME, Edson José de Arruda. **Manual prático de tratamento de águas residuárias**. 2. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2014. p. 31.

<sup>38</sup> *idem, ibidem*, p. 31

<sup>39</sup> **Enxofre:** é um elemento químico que no latim significa *sulfur*. Ele é representado pela letra "S" e possui o número atômico 16 (Z=16). Ele pertence ao grupo dos não-metais. O enxofre nativo é encontrado no estado sólido, possui uma cor amarelada, é leve e queima com facilidade. Não conduz eletricidade facilmente e não se dissolve na água. Esse elemento adquire um odor ruim quando está em contato com o hidrogênio, assemelhando-se ao cheiro de ovo podre. Também, é um grande poluidor do ar em áreas industriais e pode acarretar no aparecimento da chuva ácida, ou seja, quando há a queima de carvão e petróleo, elementos que contêm enxofre, são produzidas grande quantidade de enxofre. Desde muito tempo, o enxofre foi utilizado na pré-história para as pinturas nas cavernas, além de ser um material estudado pelos alquimistas para a produção de medicamentos e também como desinfetante. Há indícios de que os egípcios, há 4.000 anos, utilizavam-no para suas práticas religiosas. Além de ter sido utilizado para a confecção de explosivos para as guerras. O enxofre só foi definido como um elemento químico em 1777 por Antoine Lavoisier, um químico francês. **Fonte:** Elementos Químicos. **Enxofre.** [on-line]. Disponível em: >><http://elementos-quimicos.info/elementos-quimicos/enxofre.html><<. Acesso: 25/10/2016 às 02:04hs.

<sup>40</sup> **Nitrogênio:** É o gás presente em maior quantidade no ar. Essa substância é fundamental para a vida na Terra, pois faz parte da composição das proteínas, que são moléculas presentes em todos os organismos vivos. O nitrogênio é um gás que dificilmente se combina com outros elementos ou substâncias. Assim, ele entra e sai de nosso corpo durante a respiração (e também do corpo dos outros animais e plantas) sem alterações. Os animais não conseguem obter o nitrogênio diretamente do ar, somente algumas bactérias são capazes de utilizar diretamente o nitrogênio, transformando-o em sais que são absorvidos pelas plantas. Portanto, os animais obtêm o nitrogênio somente por meio dos alimentos.

Essa transformação é feita por bactérias que vivem na raiz das plantas conhecidas como leguminosas (feijão, soja, ervilha, alfafa, amendoim, lentilha, grão-de-bico). É por isso que essas plantas não tornam o solo pobre em nitratos, como costuma ocorrer quando outras espécies vegetais são cultivadas por muito tempo no mesmo lugar.

Com sais de nitrogênio, as plantas fabricam outras substâncias que formam seu corpo. Os animais, por sua vez, conseguem essas substâncias ingerindo as plantas ou outros seres vivos. Quando os animais e as plantas morrem, essas substâncias que contêm nitrogênio sofrem decomposição e são transformadas em sais de nitrogênio, que podem ser usadas pelas plantas. Uma parte dos sais de nitrogênio, porém, é transformada em gás nitrogênio por algumas bactérias do solo e voltam para a atmosfera. Desse modo o nitrogênio é reciclado na natureza. **O Nitrogênio.** [on-line]. Disponível em: >><http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Ar/Ar1.php><<. Acesso: 25/10/2016 às 02:12hs.

<sup>41</sup> **PPM:** Unidade de medida utilizada, quando a concentração de uma solução (principalmente líquidas e gasosas) é dada em valores extremamente pequenos, costuma-se utilizar a unidade **parte por milhão (ppm)**. A concentração de soluções químicas refere-se à quantidade de soluto, que existe em uma quantidade padrão de solução ou em uma quantidade padrão de solvente. Assim, a concentração em partes por milhão pode ser definida da seguinte maneira: **Partes por milhão (ppm):** Indica

ar. Do mesmo modo apresentam-se outras substâncias como: a amônia, o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e o metano.

### 6.1.1.2. Características Químicas

As águas residuárias, segundo Leme (2014, p. 32), possuem características químicas constituídas por elementos orgânicos e inorgânicos. Os elementos orgânicos apresentam-se pela combinação de carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio (na forma de amoníaco e orgânicos). No esgoto sanitário doméstico ou águas residuárias ocorrem: proteínas, carboidratos, gorduras e óleos, surfactantes, fenóis, pesticidas, etc. Os elementos inorgânicos presentes no esgoto apresentam-se pelo oxigênio dissolvido, nitrogênio (com nitrito e nitrato), metais, fósforo, enxofre em forma de gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S), gás carbônico (CO<sub>2</sub>), e diversas formas de sais (carbonatos, bicarbonatos, fosfatos, etc.)<sup>42</sup>.

O parâmetro mais utilizado para medir a concentração da poluição orgânica existente no esgoto sanitário doméstico e nas águas residuárias, é a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), que envolve a quantidade de oxigênio dissolvido utilizado pelos micro-organismos para a oxidação bioquímica da matéria orgânica.

Leme (2014) informa que a demanda química de oxigênio (DQO) é o agente que mede a quantidade similar para a oxidação química da matéria orgânica, através de um fator oxidante em meio ácido, geralmente o dicromato de potássio. Há possibilidade de se determinar uma relação entre DQO e DBO para vários tipos de efluentes. Geralmente, a concentração da DQO é mais alta que a concentração da DBO, tanto no esgoto sanitário doméstico como nas águas residuárias<sup>43</sup>.

Para Sant'Anna Jr. (2013, p. 39-40) o oxigênio dissolvido é um parâmetro muito importante, tanto que os indicadores de teor da matéria orgânica (DBO e DQO) expressam-se de acordo com a demanda de oxigênio. Os esgotos industriais e os domésticos além de conter matéria orgânica possuem outros poluentes solúveis na água ou suspensos na forma de partículas (sólidas ou

---

quantas partes de soluto (em massa ou em volume) existem em um milhão (1.000.000 ou 10<sup>6</sup>) de partes da solução (também em massa ou em volume). Essas concentrações tão pequenas são aplicadas principalmente quando se trabalha com dados referentes à poluição do ar e da água. Manual da Química. Disponível em: >><http://manualdaquimica.uol.com.br/fisico-quimica/partes-por-milhao-ppm.htm><<. Acesso: 25/10/2016 às 02:25hs.

<sup>42</sup> LEME, Edson José de Arruda. **Manual prático de tratamento de águas residuárias**. 2. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2014. p. 32.

<sup>43</sup> *idem, ibidem*, p. 32.

líquidas). Essa matéria suspensa geralmente removida por meio de métodos físico-químicos, que dependem muito das características do material particulado (tamanho, densidade, carga elétrica, etc.).

Os materiais presentes nos esgotos, são solúveis em água, são removidos com maior dificuldade e para isso podem ser empregadas técnicas físico-químicas ou também biológicas. As substâncias orgânicas que se encontram nos efluentes podem ser inúmeras, e portanto, recebem uma denominação global como matéria orgânica, podendo apresentar-se de forma solúvel ou de forma aquosa, desta forma se classificam como biodegradáveis ou não biodegradáveis (persistentes)<sup>44</sup>.

Além dessas denominações globais (teor de óleos e graxas - O&G, e a toxicidade), é importante usar em outros casos denominações específicas, que tornam possível identificar poluentes que causem menos impacto a meio ambiente. Os metais como mercúrio, chumbo, cádmio, cromo, zinco, arsênico, e outros compostos não metálicos como cianetos, fenóis, amônia, nitrato e sulfetos, devem ser determinados por técnicas específicas fazendo possível a sua eliminação num efluente ou corpo de água receptor<sup>45</sup>.

#### 6.1.1.2.1. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Considera-se como DBO a quantidade de oxigênio que os micro-organismos precisam (principalmente as bactérias) para que possam oxidar os elementos que se encontram nas amostras. A DBO, é geralmente expressa em mg de oxigênio/L. Essas amostras contêm quantidades suficientes de bactérias para que possam produzir a degradação dos poluentes, mas as vezes é preciso que nessas amostras se adicionem um pequeno volume de inóculo adaptado<sup>46</sup>.

O teste da DBO é um bioensaio, que busca a simulação da biodegradação dos poluidores que se encontram no efluente quando são lançados nos cursos d'água, empregando para tal o efluente diluído<sup>47</sup>.

No Quadro 3, observa-se valores da DBO<sub>5</sub> em centenas de miligramas de oxigênio por litro, ressaltando que os efluentes são

---

<sup>44</sup>SANT'ANNA JUNIOR, Geraldo Lippel. *Tratamento biológico de efluentes: fundamentos e aplicações*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2013. p. 37-39.

<sup>45</sup> *idem, ibidem*, p. 39-40.

<sup>46</sup> *idem, ibidem*, p. 41.

<sup>47</sup> *idem, ibidem*, p. 42.

caracteristicamente águas poluídas<sup>48</sup>. A DBO<sub>5</sub> representa a demanda de oxigênio associada ao período de lapso de 5 dias para que seja possível a degradação do material orgânico.

**Quadro 2:** Exemplos de valores de DBO<sub>5</sub> de alguns tipos de efluentes.

Origens dos efluentes	Faixa de DBO <sub>5</sub> (mg/L)
Esgoto sanitário doméstico	120 – 500
Refinaria de petróleo	300 – 800
Indústria de celulose e papel	300 – 800
Cervejarias	300 – 800
Vinhoto (produção de etanol)	5.000 – 15.000
Pescado em conserva	2.000 – 4.000
Laticínios	800 – 2.000

Fonte: SANT'ANNA JUNIOR, Geraldo Lipel. **Tratamento biológico de efluentes: fundamentos e aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2013. p. 43.

#### 6.1.1.2.2. Demanda Química de Oxigênio (DQO)

Conceitua-se como a quantidade de oxigênio que é preciso para que ocorra uma oxidação química nos poluentes presentes numa amostra em condições de ensaio. A DQO, se expressa geralmente em mg de oxigênio/L.<sup>49</sup>

Utiliza-se para a especificação da DQO, um oxidante químico (dicromato de potássio) em meio ácido (ácido sulfúrico), em um balão de refluxo. Para esta análise, se mede a demanda de oxigênio, que excede possivelmente por substâncias biodegradáveis ou por substâncias não biodegradáveis. A DQO tornou-se um indicador com ampla divulgação, pois apresenta muitas facilidades na sua determinação<sup>50</sup>.

De acordo com Sant'Anna Jr.:

Como a DBO<sub>5</sub> é uma subestimativa da DBO carbonácea, o valor da DQO de um efluente é, em geral, maior do que o valor da sua DBO<sub>5</sub>. Assim, a razão DQO/DBO<sub>5</sub> pode fornecer indicações sobre a biodegradabilidade de um efluente. Valores dessa razão na faixa de 1,5 a 2,5 sugerem que os poluentes presentes no efluente são majoritariamente biodegradáveis. Valores superiores a 5 sugerem que a presença de poluentes não biodegradáveis é bastante acentuada; em consequência, processos de tratamentos físico-químicos, muito provavelmente, devem ser considerados para o tratamento do efluente (SANT'ANNA JUNIOR, Geraldo Lippel.

<sup>48</sup> *idem, ibidem*, p. 43.

<sup>49</sup> *idem, ibidem*, p. 47.

<sup>50</sup> *idem, ibidem*, p. 47.

**Tratamento biológico de efluentes:** fundamentos e aplicações. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2013. p. 47).

A seguir no Quadro 3, é possível observar valores da razão DQO/DBO<sub>5</sub> para alguns efluentes.

**Quadro 3: Razão DQO/DBO<sub>5</sub> para diferentes tipos de efluentes.**

Efluentes	Razão DQO/DBO <sub>5</sub>
Esgoto sanitário doméstico	1,5 – 1,9
Efluente de cervejarias	1,5 – 2,0
Efluente de indústria de celulose e papel	3 – 5
Efluente de refinaria de petróleo	2,5 – 3,5
Chorume de aterro sanitário antigo	20 – 30

Fonte: SANT'ANNA JUNIOR, Geraldo Lipel. **Tratamento biológico de efluentes: fundamentos e aplicações.** 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2013. p. 48.

#### 6.1.1.2.3. Carbono Orgânico Total (COT)

A determinação do Carbono Orgânico Total permite a quantificação do elemento químico carbono que integra as estruturas moleculares das substâncias orgânicas. A quantidade de carbono é um critério que indica nos poluentes se têm, ou não, matérias orgânicas.

O carbono orgânico e o inorgânico, quando estão em temperaturas muito altas e encontram-se na presença de catalisador adequado convertem-se em CO<sub>2</sub>, detectado em um analisador infravermelho, pois só assim consegue-se detectar a quantidade do carbono total nas amostras (CT).

Conforme Sant'Anna Jr. (2013, p. 51), é frequente a determinação errônea do teor de carbono orgânico dissolvido (COD), eliminar devido ao efeito dos sólidos em suspensão. Desse modo, a determinação analítica do teor de carbono é geralmente feitas com amostras filtradas, em geral em membranas de 0,45 µm.

As determinações da DBO, DQO, COT oferecem informações relativamente distintas sobre o teor de matéria orgânica presente numa dada amostra, mas esses resultados, se bem interpretados, se constituem em valiosa informação sobre as características do efluente em questão (SANT'ANNA JUNIOR, Geraldo Lipel. **Tratamento biológico de efluentes:** fundamentos e aplicações. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2013. p. 51).

### 6.1.1.3. Características Biológicas

As principais características biológicas dos esgotos sanitários domésticos e das águas residuárias são os micro-organismos, indicador dos coliformes fecais (existente no excremento humano), coliformes totais (existentes no excremento humano e de animais) responsáveis patogênicos, pelos organismos e micro-organismos, que contaminam e causam doenças, pela difusão na corrente hídrica<sup>51</sup>.

### 6.1.1.4. Tratamento do Esgoto Sanitário Doméstico

Para que seja possível a execução de um projeto, para um sistema público de saneamento sanitário doméstico, é necessário que se tenha o conhecimento da quantificação das vazões das diferentes partes da construção. Portanto, para determinar essas vazões é necessário conhecer a demanda de água existente no local a ser implantado o mesmo. Isto influencia muito, quando no local a ser implantado algum projeto de tratamento de esgoto, existe pouca água disponível<sup>52</sup>.

O esgoto que se produz é formado por fezes humanas, que podem disseminar-se de forma final em sistemas individuais (fossas secas, estanque ou de fermentação) sem necessidade de uma rede pública de saneamento sanitário doméstico<sup>53</sup>.

A existência de uma rede pública abastecedora de água faz com que o esgoto sanitário doméstico produza-se com mais quantidade. Portanto, nesses casos é preciso de uma rede pública de saneamento sanitário doméstico, onde os mesmos sejam tratados de forma adequada, tendo em consideração a vazão, tipo de solo, nível do lençol freático, e tipo de tratamento (preliminar, primário, secundário ou terciário), entre outros aspectos<sup>54</sup>.

---

<sup>51</sup> LEME, Edson José de Arruda. **Manual prático de tratamento de águas residuárias**. 2. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2014. p. 33.

<sup>52</sup> CALLADO, N. H.; DAS NEVES, M. G. F. P. **Gestão das águas urbanas**. Curso de aperfeiçoamento em gestão de recursos hídricos [modalidade à distância]. UFSC/UFAL. 2005, p. 44. Disponível em: >>[http://capacitacao.ana.gov.br/Lists/Editais\\_Anexos/Attachments/23/08.Gestao\\_Agua\\_Urb-220909.pdf](http://capacitacao.ana.gov.br/Lists/Editais_Anexos/Attachments/23/08.Gestao_Agua_Urb-220909.pdf)<<. Acesso: 07/11/2016 às 04:11hs).

<sup>53</sup> *idem, ibidem*, p. 44.

<sup>54</sup> *idem, ibidem*, p. 44.

Deve-se fazer um estudo para saber a quantidade do esgoto que será produzido, a quantidade e capacidade de cada tanque para conseguir dispô-lo nos tanques de decantação, e assim tratá-lo, levando em consideração a vazão média, vazão máxima diária, vazão máxima horária e a vazão mínima, utilizam-se as seguintes equações<sup>55</sup>:

$$\begin{aligned} \text{Vazão média:} \quad Q_{\text{méd}} &= \frac{P \times q \times C}{86.400 \left(\frac{\text{L}}{\text{s}}\right)} \\ \text{Vazão máxima diária:} \quad Q_{\text{má}} \times \text{dia} &= \frac{P \times q \times C \times K_1 \times C}{86.400 \left(\frac{\text{L}}{\text{s}}\right)} \\ \text{Vazão máxima horária:} \quad Q_{\text{má}} \times \text{hs} &= \frac{P \times q \times C \times K_1 \times K_2 \times C}{86.400 \left(\frac{\text{L}}{\text{s}}\right)} \\ \text{Vazão mínima:} \quad Q_{\text{méd}} &= \frac{P \times q \times C \times K_3}{\left(\frac{\text{L}}{\text{s}}\right)} \end{aligned}$$

Em que:

P = população, hab.

q = consumo *per capita* de água  $\frac{\text{L}}{\text{hab} \times \text{dia}}$ .

C = coeficiente de retorno (0,8)

K<sub>1</sub> = coeficiente de reforço para o dia de maior contribuição (1,2)

K<sub>2</sub> = coeficiente de reforço para a hora de maior contribuição (1,5)

K<sub>3</sub> = coeficiente para hora de menor contribuição (0,5)

**Fonte:** CALLADO, N. H.; DAS NEVES, M. G. F. P. **Gestão das águas urbanas**. Curso de aperfeiçoamento em gestão de recursos hídricos [modalidade à distância]. UFSC/UFAL. 2005, p. 44. Disponível em: >>[http://capacitacao.ana.gov.br/Lists/Editais\\_Anexos/Attachments/23/08.Gestao\\_Agua\\_Urb-220909.pdf](http://capacitacao.ana.gov.br/Lists/Editais_Anexos/Attachments/23/08.Gestao_Agua_Urb-220909.pdf)<<. Acesso: 07/11/2016 às 04:11hs).

Para o cálculo das tubulações, estruturas e equipamentos, são necessários vários estudos abrangendo a quantificação da contribuição média do esgoto por pessoa, a estimativa da quantidade de habitantes que se beneficiam com o serviço, e variáveis contribuintes que ocorrem por vários motivos<sup>56</sup>.

Para Callado, N. H. & Das NEVES, M. G. F. P. (2005) os esgotos devem passar por vários tipos de tratamentos, e precisam ter condições mínimas de

<sup>55</sup> *idem, ibidem*, p. 45.

<sup>56</sup> CALLADO, N. H.; DAS NEVES, M. G. F. P. **Gestão das águas urbanas**. Curso de aperfeiçoamento em gestão de recursos hídricos [modalidade à distância]. UFSC/UFAL. 2005, p. 45. Disponível em: >>[http://capacitacao.ana.gov.br/Lists/Editais\\_Anexos/Attachments/23/08.Gestao\\_Agua\\_Urb-220909.pdf](http://capacitacao.ana.gov.br/Lists/Editais_Anexos/Attachments/23/08.Gestao_Agua_Urb-220909.pdf)<<. Acesso: 07/11/2016 às 04:11hs).

poluição para não causar dano algum aos corpos receptores de água. Esse tratamento depende muito da destinação final do esgoto.

Anterior a qualquer processo para eliminar algum tipo de dejetos no esgoto sanitário doméstico, o mesmo tem que passar por um **tratamento preliminar**, que visa reter os materiais grossos, gorduras (retidas numa caixa especial para este) e areia que se encontram nos mesmos. Esse tratamento preliminar é importante para a proteção das bombas, tubulações e peças especiais (que raspam o lodo, aeradores, meios de filtragem, dispositivos de entrada e saída), além de facilitar o tratamento biológico, com a remoção parcial da carga de poluição, aumentando o desempenho das unidades posteriores e a proteção dos corpos de águas, pois estes são os que irão receber a água tratada do esgoto<sup>57</sup>.

Segundo a Norma Brasileira aprovada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR nº 12.209/2011, p. 6), o **tratamento primário** é definido como o conjunto de operações e procedimentos adjuntos que visam, principalmente, a remoção de sólidos em suspensão, mesmo que de forma parcial, com uma eficiência de remoção dos sólidos em suspensão de 50%, e da remoção da demanda química de oxigênio (DBO) de 25%. Esses valores podem aumentar de 80% e 50% respectivamente, para o caso do tratamento primário assistido de forma química<sup>58</sup>.

De acordo com Callado, N. H. & Das Neves, M. G. F. P. (2005), os objetivos do **tratamento primário** são: remover os sólidos que ficaram presos no tratamento anterior (preliminar); remover uma parte grande da DBO; e tratar os lodos. Para conseguir fazer estes procedimentos, são necessárias estações de tratamento de esgotos (ETE), de médio a grande porte, enquanto que as pequenas unidades são tratadas diretamente por unidades decanto-digestoras. As principais medidas utilizadas no tratamento primário são: os tanques sépticos ou fossa séptica; os tanques Imhoff, que são tanques com três câmaras; reatores anaeróbios de fluxos ascendentes em manto de lodo; e as lagoas anaeróbias<sup>59</sup>.

---

<sup>57</sup> CALLADO, N. H.; DAS NEVES, M. G. F. P. **Gestão das águas urbanas**. Curso de aperfeiçoamento em gestão de recursos hídricos [modalidade à distância]. UFSC/UFAL. 2005, p. 50. Disponível em: >>[http://capacitacao.ana.gov.br/Lists/Editais\\_Anexos/Attachments/23/08.Gestao\\_Agua\\_Urb-220909.pdf](http://capacitacao.ana.gov.br/Lists/Editais_Anexos/Attachments/23/08.Gestao_Agua_Urb-220909.pdf)<<. Acesso: 07/11/2016 às 04:11hs).

<sup>58</sup> ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-12.209: elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários. 2. ed. 2011, p. 7. Disponível em: >><http://www.mpf.mp.br/atualizacao-sites/122092011Elaboraoedeprojetoshidraulicossanitriosdeestaesdetratamentodeesgotossanitrios.pdf><<. Acesso: 11/11/16 às 17:35hs).

<sup>59</sup> CALLADO, N. H.; DAS NEVES, M. G. F. P. **Gestão das águas urbanas**. Curso de aperfeiçoamento em gestão de recursos hídricos [modalidade à distância]. UFSC/UFAL. 2005, p. 50. Disponível em:

#### 6.1.1.4.1. Tanques sépticos ou fossa séptica:

São “unidades destinadas ao tratamento e à disposição de esgotos, mediante utilização de tanque séptico e unidades complementares de tratamento e/ou disposição final de efluentes e lodo”. (ABNT. NBR-7.229/1992, p. 2)<sup>60</sup>.

**Imagem 6:** Fossa/Tanque Séptico (filtragem anaeróbia).



**Fonte:** NaturalTec – tratamento de água e meio ambiente. sistema fossa. [on-line]. Disponível em: >><http://www.naturaltec.com.br/Fossa-Filtro-Infiltracao.html><< . Acesso: 12/11/16 às 18:24hs.

#### 6.1.1.4.2. Tanques Imhoff:

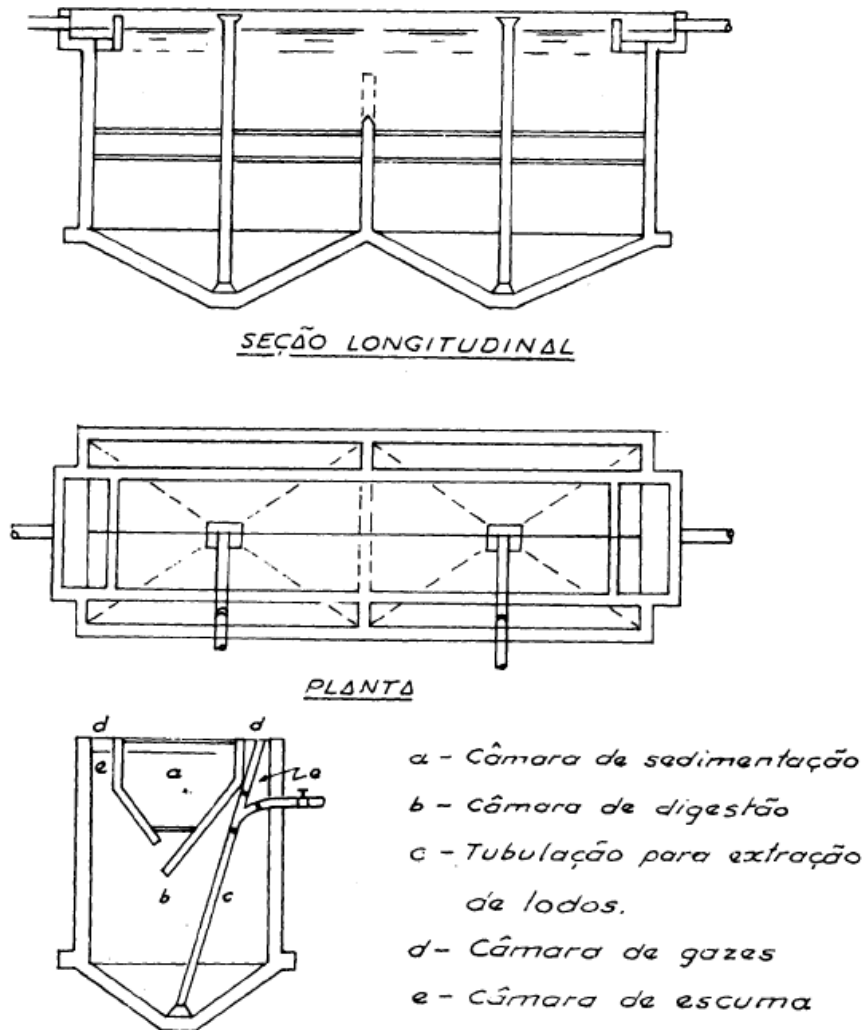
Segundo Saleh<sup>61</sup> os tanques Imhoff e OMS se utilizam para o tratamento primário do esgoto, são semelhantes aos tanques sépticos comuns. Estes possuem uma câmara superior de sedimentação e outra inferior de digestão. Estes dispositivos se comunicam unicamente por uma abertura que permite que o lodo passe de um lado para o outro. A única diferença entre elas se encontra na câmara de decantação, que na OMS, esta câmara fica fechada na parte superior, fazendo com que não haja comunicação com os gases entres os dois compartimentos.

>>[http://capacitacao.ana.gov.br/Lists/Editais\\_Anexos/Attachments/23/08.Gestao\\_Aqua\\_Urb-220909.pdf](http://capacitacao.ana.gov.br/Lists/Editais_Anexos/Attachments/23/08.Gestao_Aqua_Urb-220909.pdf)<<. Acesso: 07/11/2016 às 04:11hs).

<sup>60</sup> ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-7.229: projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos.1992, p. 2. Disponível em: >> [http://www.acquasana.com.br/legislacao/nbr\\_7229.pdf](http://www.acquasana.com.br/legislacao/nbr_7229.pdf) <<. Acesso: 11/11/16 às 20:05hs.

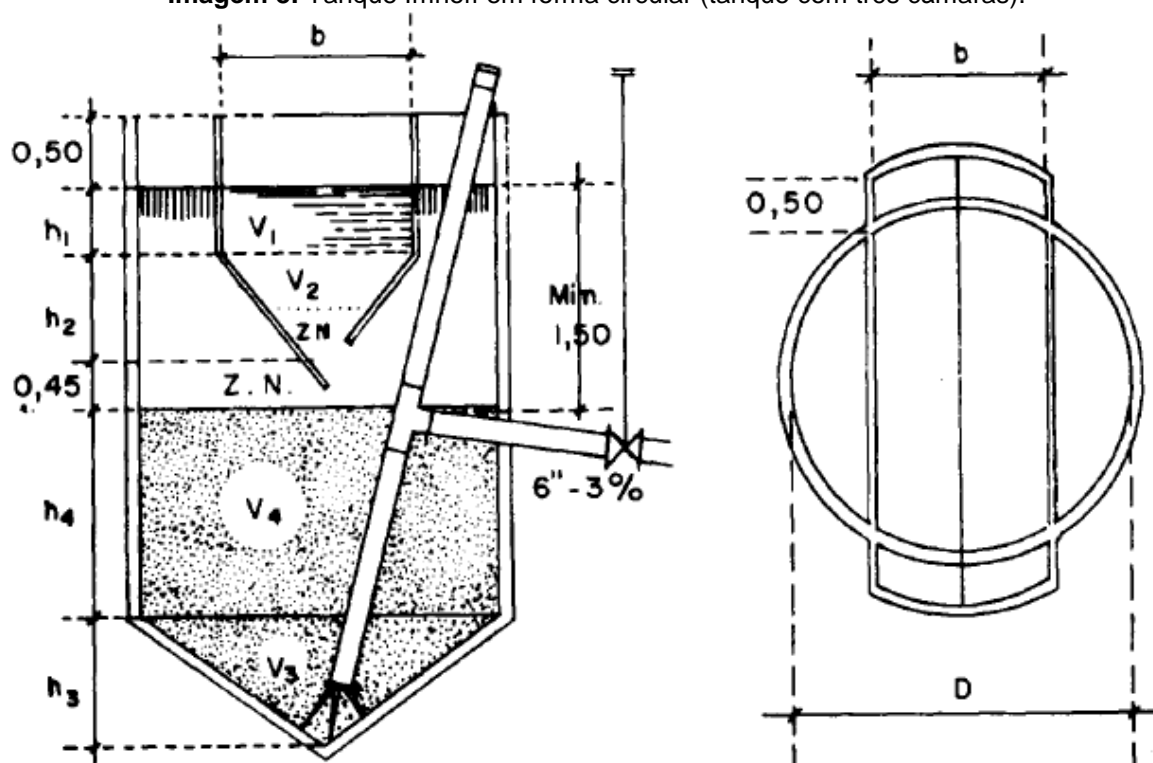
<sup>61</sup> BRASIL, Instituto Federal Goiano - Campus de Rio Verde – GO. Curso de gestão ambiental e tecnólogo em saneamento. tratamento de efluentes. [on-line]. p. 56. Editor: Bruno Botelho Saleh. >>[https://www.academia.edu/9614849/Apostila\\_Tratamento\\_de\\_Esgotos](https://www.academia.edu/9614849/Apostila_Tratamento_de_Esgotos)<<. Acesso: 12/11/2016 às 20:52 hs.

Imagem 7: Tanque Imhoff (tanque com três câmaras).



**Fonte:** BRASIL, Instituto federal goiano campus de rio verde – go. curso de gestão ambiental e tecnólogo em saneamento. tratamento de efluentes. [on-line]. Disponível em: >>[https://www.academia.edu/9614849/Apostila\\_Tratamento\\_de\\_Esgotos](https://www.academia.edu/9614849/Apostila_Tratamento_de_Esgotos) <<. p. 57. Editor: Bruno Botelho Saleh. Acesso: 12/11/2016 às 18:24 hs.

**Imagem 8:** Tanque Imhoff em forma circular (tanque com três câmaras).



**Fonte:** BRASIL, Instituto Federal Goiano - Campus de Rio Verde – GO. Curso de gestão ambiental e tecnólogo em saneamento. tratamento de efluentes. [on-line]. Disponível em: >>[https://www.academia.edu/9614849/Apostila\\_Tratamento\\_de\\_Esgotos](https://www.academia.edu/9614849/Apostila_Tratamento_de_Esgotos)<<. p. 57. Editor: Bruno Botelho Saleh. Acesso: 12/11/2016 às 18:24 hs.

#### 6.1.1.4.3. Reatores anaeróbios de fluxos ascendentes em manto de lodo (RAFA/UASB):

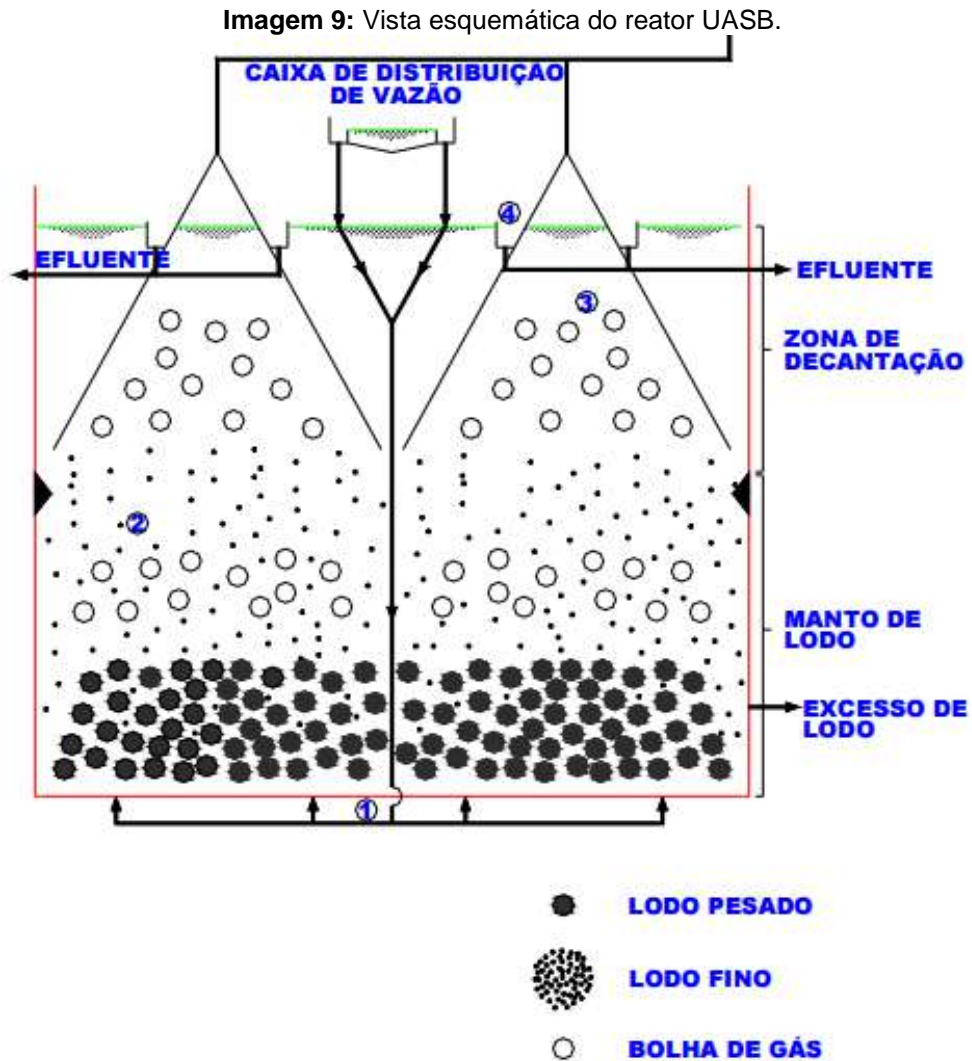
Nesses reatores, de acordo com a SANEPAR<sup>62</sup>:

- O rejeito ingressa e se distribui na base toda;
- Uma cobertura de lodo se mantém no interior do reator e o esgoto é filtrado por meio dessa cobertura de lodo. Neste processo, pequenas partículas finas suspensas, são filtradas e elementos solúveis são absorvidos na biomassa;
- Esse processo produz o biogás e o biofertilizante (lodo). Na parte superior do reator anaeróbio encontra-se uma estrutura que encaminha o biogás para os coletores do mesmo. Parte dos sólidos (lodo) e líquidos são encaminhados para os tanques de decantação, aqui não há biogás, e considerasse por tanto um espaço especial para a decantação dos sólidos. Os sólidos que se acumulam no

<sup>62</sup> BRASIL, Sanepar (Companhia de Saneamento do Paraná). Ralf, reator anaeróbio de manto de lodo e fluxo ascendente reduzindo custos e economizando energia no tratamento de esgotos. [on-line]. p. 4. Disponível em: >>[http://www.sanepar.com.br/sanepar/calandrakbx/filesmng.nsf/1B9DF09C9EAE4D2B832573760042EB40/\\$File/APRESENTA%C3%87%C3%83O\\_RALF\\_SANEPAR%20-.pdf?OpenElement](http://www.sanepar.com.br/sanepar/calandrakbx/filesmng.nsf/1B9DF09C9EAE4D2B832573760042EB40/$File/APRESENTA%C3%87%C3%83O_RALF_SANEPAR%20-.pdf?OpenElement)<<. Editor: Luis César Baréa. p. 56. Acesso: 12/11/2016 às 18:24 hs.

decantador, retornam para o compartimento novamente, onde que encontra o manto de lodo;

d) O efluente tratado extraísse do reator, por meio de desagues que se encontram nos decantadores.

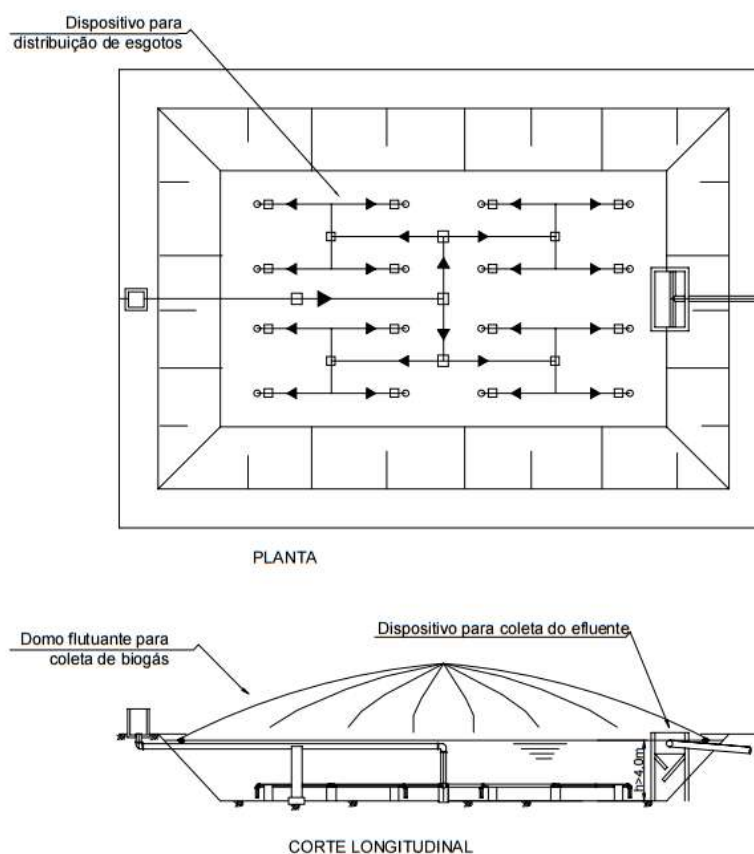


**Fonte:** BRASIL, Sanepar. Ralf, reator anaeróbio de manto de lodo e fluxo ascendente reduzindo custos e economizando energia no tratamento de esgotos. [on-line]. Disponível em: >>[http://www.sanepar.com.br/sanepar/calandrakbx/filesmng.nsf/1B9DF09C9EAE4D2B832573760042EB40/\\$File/APRESENTA%C3%87%C3%83O\\_RALF\\_SANEPAR%20-.pdf?OpenElement](http://www.sanepar.com.br/sanepar/calandrakbx/filesmng.nsf/1B9DF09C9EAE4D2B832573760042EB40/$File/APRESENTA%C3%87%C3%83O_RALF_SANEPAR%20-.pdf?OpenElement)<<. p. 6. Editor: Luis César Baréa. p. 56. Acesso: 12/11/2016 às 18:24 hs.

#### 6.1.1.4.4. Lagoas anaeróbias:

A Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP)<sup>63</sup> define a lagoa anaeróbia como um reator de extenso tamanho cuja conversão bioquímica é processada pela presença de micro-organismos anaeróbios. Estes micro-organismos são sensíveis às variações extremas em condições operacionais tais como o pH, temperatura e condições de mistura. Projetos deste tipo devem ser feitos de modo que essas condições sejam mantidas muito próximas a seus valores de referências, ou seja, o pH aproximadamente neutro, a a temperatura entre 15°C e 30°C. Para as condições de mistura, a diferença de outras lagoas, onde a força motora é a eólica, a agitação acontece pelo borbulhamento de gases que são produzidos no processo, podendo ser adicionada a recirculação do esgoto para uma melhor combinação (SABESP, 2009, p. 16).

**Imagem 10: Estrutura das lagoas anaeróbias.**



**Fonte:** BRASIL, Sabesp. **Norma técnica sabesp. NTS 230.** Projeto de lagoas de estabilização e seu tratamento complementar para o esgoto sanitário. [on-line]. p. 17. Disponível em: >><http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/nts230.pdf><<. Acesso: 14/11/16 às 01:36hs.

<sup>63</sup> BRASIL, Sabesp. Norma técnica sabesp. NTS 230. Projeto de lagoas de estabilização e seu tratamento complementar para o esgoto sanitário. [on-line]. Disponível em: >><http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/nts230.pdf><< p. 3. Acesso: 14/11/16 às 01:36hs.

Nas lagoas anaeróbicas para que seja viável a captação do gás produzido, as dimensões devem ser tais que elas apresentem um área superficial menor, mas por conseguinte, a sua profundidade deve ser maior<sup>64</sup>.

A ABNT define ao **tratamento secundário** como o conjunto de operações e procedimentos unitários que buscam a remoção da matéria orgânica, que ocorre depois que foi feito o tratamento primário, com uma eficácia de remoção dos sólidos em suspensão e de demanda química de oxigênio (DBO), aproximadamente de 80 a 90%<sup>65</sup>. Segundo Callado, N. H. & Das Neves, M. G. F. P. (2005), o **tratamento secundário** tem como objetivo principal a remoção da DBO dos esgotos que são submetidos a este tratamento. No entanto, por tratar-se de processos biológicos, o efluente final apresenta características físico-químicas, muito semelhantes. No Brasil os tratamentos secundários mais empregados são; os sistemas do lodo ativado; as lagoas de estabilização “facultativas”; as lagoas aeradas e filtros biológicos “filtros de areia, valas de filtração, filtros aerados submersos e os filtros plantados com macrófitas”<sup>66</sup>.

Por último conforme a ABNT, O **tratamento terciário** é o conjunto de operações e procedimentos unitários que buscam a remoção de nutrientes e micro-organismos principalmente<sup>67</sup>. Para Callado, N. H. & Das Neves, M. G. F. P. (2005) o objetivo do **tratamento terciário** é melhorar a qualidade do esgoto resultante do tratamento secundário, mediante a remoção de patógenos, desinfecção, e em outros casos a remoção de nutrientes (nitrogênio e fosforo). Técnicas químicas são aplicadas, como desinfecções derivadas do cloro e as lagoas de maturação, abundantemente aplicadas no Brasil em processos biológicos. Na atualidade estão sendo empregados tratamentos com radiação ultravioleta para conseguir a desinfecção de micro-organismos contaminantes. Elementos de

---

<sup>64</sup> BRASIL, Sabesp (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo). Norma técnica sabesp. NTS 230. **Projeto de lagoas de estabilização e seu tratamento complementar para o esgoto sanitário**. [on-line]. Disponível em: >><http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/nts230.pdf><< p. 17. Acesso: 14/11/16 às 01:36hs.

<sup>65</sup> ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-12.209: elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários. 2. ed. 2011, p. 7. Disponível em: >><http://www.mpf.mp.br/atuaacao-tematica/ccr4/documentos-e-publicacoes/outros-sites/122092011Elaboraodeprojetoshidraulicossanitriosdeestaesdetratamentodeesgotossanitrios.pdf><<. Acesso: 11/11/16 às 17:35hs.

<sup>66</sup> CALLADO, N. H.; DAS NEVES, M. G. F. P. **Gestão das águas urbanas**. Curso de aperfeiçoamento em gestão de recursos hídricos [modalidade à distância]. UFSC/UFAL. 2005, p. 50. Disponível em: >>[http://capacitacao.ana.gov.br/Lists/Editais\\_Anexos/Attachments/23/08.Gestao\\_Aqua\\_Urb-220909.pdf](http://capacitacao.ana.gov.br/Lists/Editais_Anexos/Attachments/23/08.Gestao_Aqua_Urb-220909.pdf)<<. Acesso: 07/11/2016 às 04:11hs.).

<sup>67</sup> ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-12.209: elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários. 2. ed. 2011, p. 7. Disponível em: >><http://www.mpf.mp.br/atuaacao-tematica/ccr4/documentos-e-publicacoes/outros-sites/122092011Elaboraodeprojetoshidraulicossanitriosdeestaesdetratamentodeesgotossanitrios.pdf><<. Acesso: 11/11/16 às 17:35hs.

tratamento que buscam o potencial de filtrar, também são utilizados para impulsionar um polimento do esgoto tratado no nível secundário.

O Quadro 4 apresenta os principais níveis de tratamento de esgoto e águas residuárias, bem como os principais objetivos e as tecnologias empregadas em cada etapa.

**Quadro 4:** Níveis de tratamento, objetivos e alternativas tecnológicas empregadas.

Tratamento preliminar/primário (afluente)	Tratamento secundário	Tratamento terciário (efluente)
<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Remoção de sólidos.</li> <li>- Digestão dos sólidos retidos.</li> </ul> <p>Alternativas tecnológicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grados, peneiras, caixa de areia, desarenadores.</li> <li>- Tanque séptico.</li> <li>- Reatores UASB (digestão anaeróbia dos sólidos retidos).</li> </ul>	<p>Objetivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Remoção da DBO.</li> </ul> <p>Alternativas tecnológicas.</p> <p><u>Anaeróbias.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reatores UASB.</li> <li>- Lagoas anaeróbias.</li> <li>- Filtros anaeróbios.</li> </ul> <p><u>Aeróbias.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lodo aditivado.</li> <li>- Lagoas facultativas.</li> <li>- Lagoas aeradas.</li> <li>- Filtro de areia.</li> <li>- Vala de filtração.</li> <li>- Filtros percoladores.</li> <li>- Filtros aerados submersos.</li> </ul>	<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Transformação do N e P.</li> <li>- Desinfecção do efluente.</li> </ul> <p>Alternativas tecnológicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lagoas de maturação.</li> <li>- Filtros de areia.</li> <li>- Filtros plantados com macrófitas.</li> <li>- Tanque de coloração.</li> <li>- Ultravioleta.</li> <li>- Ozônio.</li> <li>- Dióxido de cloro (específicos para desinfecção).</li> </ul>

**Fonte:** Sezerino & Bento, 2005 *apud* CALLADO, N. H. & DAS NEVES, M. G. F. P., 2005, p. 51. Disponível em: [http://capacitacao.ana.gov.br/Lists/Editais\\_Anexos/Attachments/23/08.Gestao\\_Agua\\_Urb-220909.pdf](http://capacitacao.ana.gov.br/Lists/Editais_Anexos/Attachments/23/08.Gestao_Agua_Urb-220909.pdf). Acesso: 07/11/2016 às 04:11hs.).

#### 6.1.1.5. Estações de tratamento de esgoto (ETEs)

Segundo a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM, 2006, p. 10), as ETEs podem ser consideradas como projetos de infraestrutura de saneamento, os quais são avaliados e projetados para uma vida útil de 10 anos. Portanto, é importante que o projeto seja executado de forma adequada e que a sua manutenção seja periódica, pois assim cumprirá o seu objetivo funcional de garantir melhoria na qualidade ambiental dos recursos públicos utilizados para a sua elaboração.

As ETEs precisam de cuidados básicos para evitar problemas nas unidades de tratamento e assim também facilitar o trabalho da equipe em operação. É de suma importância a permanência de uma pessoa treinada e devidamente

capacitada, para a operação e controle da unidade, além da restrição no acesso de qualquer pessoa ou animais em toda a estação<sup>68</sup>.

Devido ao risco decorrente do contato direto com o esgoto, as pessoas que trabalham numa ETE devem ser conhecedoras da contínua necessidade da utilização dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), como máscaras, luvas, botas e uniformes<sup>69</sup>.

Segundo a FEAM (2006, p. 11) existem rotinas para operar numa ETE, listadas a seguir:

- Manter na entrada placa identificando que tipo de empreendimento se realiza no local;
- Manter na ETE um manual que indique como tem que ser a operação, e um livro para registrar ocorrências e paralizações das unidades;
- Manter na ETE formas de comunicação;
- Manter na ETE kit de primeiros auxílios, e quando vencer algum medicamento, substituir o mesmo para que possa ser utilizado em alguma eventualidade;
- Os funcionários precisam estar com as vacinas atualizadas contra a hepatite A e B, e tétano, e sempre se deve manter estoque dessas vacinas nas ETES;
- Deve-se fazer o uso rigoroso dos EPIS (Equipamentos de Proteção Individual) como máscaras, luvas, botas e uniformes, para assim diminuir o grau de exposição das pessoas e sua contaminação, pois dessa forma se garante a boa qualidade no trabalho;
- Deve-se fazer uma higienização periódica das unidades, limpando o chão e paredes da casa do operador, dos equipamentos de laboratório, e sem falta as instalações sanitárias;
- Limpar a área para que seja feita a manutenção da limpeza e do paisagismo;
- Fazer limpeza e desentupir as canaletas utilizadas para que as águas de chuva consigam ser drenadas;
- Deve ser feito a manutenção ao redor da estação, obstruindo o acesso de pessoas sem autorização e de animais;
- Fazer limpeza das vias por onde acessam os corpos receptores e do local onde são lançados;

---

<sup>68</sup> BRASIL, FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente). **Orientações básicas para operação de estações de tratamento de esgoto**. Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte: FEAM, 2006. p. 10. Disponível em: >><http://www.unipacvaleadoaco.com.br/ArquivosDiversos/Cartilha%20ETE%20FEAM.pdf><<. Acesso: 03/12/2016 às 15:54hs.

<sup>69</sup> *idem, ibidem*, p. 11.

- As tubulações devem ser protegidas tanto como o ponto de lançamento do efluente que foi tratado;
- As ferramentas devem sempre ser limpadas em água limpa, pois se estiverem sujas estas não podem ser utilizadas nem guardadas, as mesmas não podem ser utilizadas sem antes fazer estes procedimentos nem em nenhuma urgência, essas matérias são pás, enxadas, picaretas, rastelos, etc.;
- As ferramentas devem sempre ser limpas em água corrente, pois se estiverem sujas estas não podem ser utilizadas nem guardadas, as mesmas não podem ser utilizadas sem antes fazer estes procedimentos nem em nenhuma urgência, essas matérias são pás, enxadas, picaretas, rastelos, etc.;
- As vazões de entrada e saída devem ser medidas durante o tratamento, pelo encarregado das leituras horaria e diariamente, e logo anotadas numa ficha diária de controle operacional<sup>70</sup>.

Para La Rovere *et al.* (2002 apud LINS, 2010, p. 37) a ETE define-se como unidade ou estrutura realizada com o fim de tratar os esgotos, onde o homem por meio de processos físicos, químicos e/ou biológicos, replica ou aumenta as condições da natureza, pois esta se depura automaticamente como tal, mas dentro de uma área limitada, onde é supervisionado ou exercido um controle sobre o processo de limpeza, antes que o esgoto já em certo grau de tratamento seja devolvido à natureza<sup>71</sup>.

#### **6.1.1.6. Rede de distribuição das tubulações do esgoto.**

##### **6.1.1.6.1. Sistema de coleta do esgoto convencional**

Segundo LAMPOGLIA, T. C.; AGÜERO, R. P.; BARRIOS, C. N. (2008, p. 37) a rede de coleta do esgoto convencional, é um sistema que se utiliza nas áreas urbanas, mas em alguns casos também podem ser implementadas em áreas rurais ou pequenas comunidades.

---

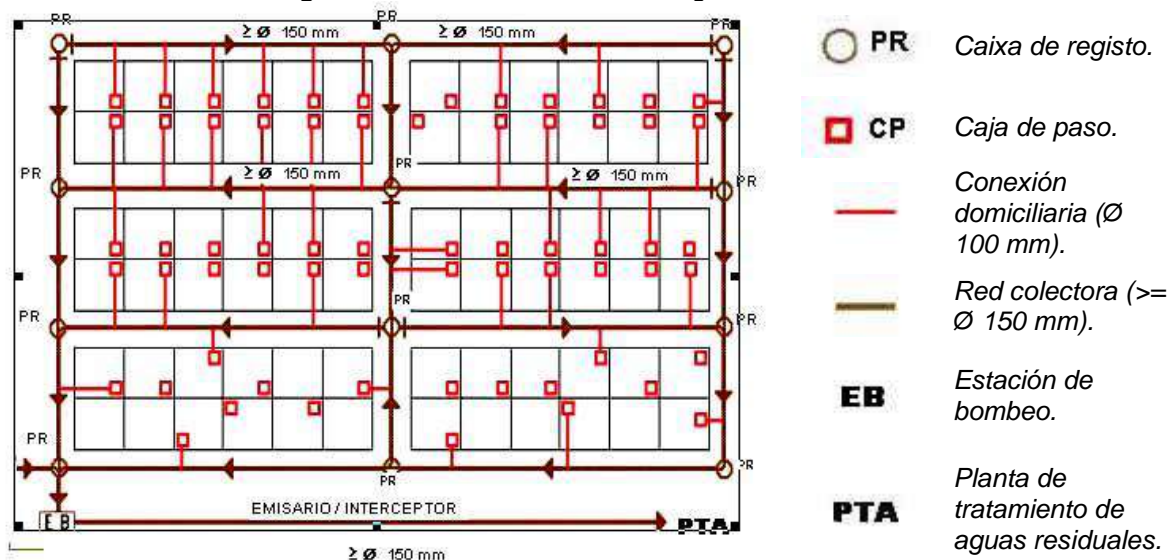
<sup>70</sup> BRASIL, FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente). **Orientações básicas para operação de estações de tratamento de esgoto**. Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte: FEAM, 2006. p. 11-12. Disponível em: >><http://www.unipacvaleadoaco.com.br/ArquivosDiversos/Cartilha%20ETE%20FEAM.pdf><<. Acesso: 03/12/2016 às 15:54hs.

<sup>71</sup> LA ROVERE, E. L.; D'AVIGOGNON, A.; PIERRE, C.V.; KLIGERMAN, D.C.; SILVA, H.V.O.; BARATA, M.M.L. E MALHEIROS, T.M.M. **Manual de Auditoria Ambiental para Estações de Tratamento de Esgotos Domésticos**. Rio de Janeiro. Qualitymark. 145p. 2002.

É um sistema que funciona pelo arrastre hidráulico, portanto, o sistema de abastecimento de água deve prever a quantidade de água suficiente em disposição para que este sistema consiga funcionar adequadamente<sup>72</sup>.

As tubulações do esgoto ficam no centro das ruas, a uma profundidade mínima de 1.20 m. O esgoto é coletado por uma caixa de registro, que depois vão para a rede de tubulação de esgoto, por médio da conexão das conexões domiciliares. O diâmetro mínimo para as tubulações são de 200 mm, excepcionalmente 150 mm, em cambio as residências possuem uma tubulação de 150 mm<sup>73</sup>.

**Imagem 11:** Sistema de coleta de esgoto convencional.



**Fonte:** OPS/OMS. MENDONÇA, Sérgio Rolim. *Sistema de alcantarillado convencional*. >><http://www.col.ops-oms.org/saludambiente/acueductos/default.htm><<. Acesso: 14/12/2016 às 12:30 hs.

#### 6.1.1.6.2. Sistema de coleta do esgoto condominial

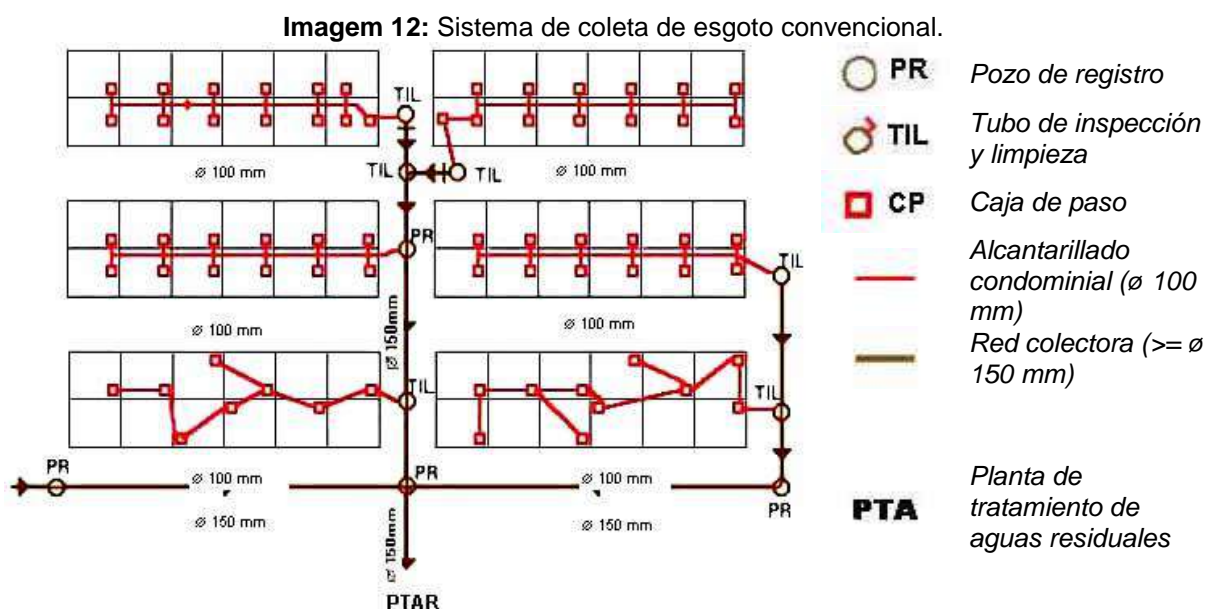
LAMPOGLIA, T. C.; AGÜERO, R. P.; BARRIOS, C. N (2001, p. 38) informa que o sistema de coleta de esgoto condominial é uma proposta de infraestrutura de baixo custo, que integra aspectos técnicos e sociais na sua

<sup>72</sup> Tradução própria. LAMPOGLIA, T. C.; AGÜERO, R. P.; BARRIOS, C. N. *Orientaciones sobre agua y saneamiento para zonas rurales*. 2001, p. 37. >>  
[http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guia/calde/2sas/d21/019\\_SER\\_OrientacionesA&Szonasrurales/Orientaciones%20sobre%20A&S%20para%20zonas%20rurales.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guia/calde/2sas/d21/019_SER_OrientacionesA&Szonasrurales/Orientaciones%20sobre%20A&S%20para%20zonas%20rurales.pdf)<<. Acesso: 19/19/2016 às 03:06hs.

<sup>73</sup> *idem, ibidem*, p. 38.

implementação. Com relação ao sistema convencional, o a coleta do esgoto condominial, permite que seja poupado custos ao redor de 40% e até mais.

Pelo ponto de vista técnico, o sistema condominial divide a rede de esgoto em dois componentes, o ramal condominial e as redes públicas. O ramal condominial atende a um condomínio (uma quadra ou grupo de residências), e consiste numa rede de menor diâmetro (usualmente de 100 mm), localizado em áreas protegidas ao redor da quadra (calçadas ou jardins) ou no interior dos lotes, fazendo com que a tubulação não receba grandes forças (cargas de carros), portanto pode ser instalada a menor profundidade<sup>74</sup>.



**Fonte:** OPS/OMS. MENDONÇA, Sérgio Rolim. *Sistema de alcantarillado convencional*. >><http://www.col.ops-oms.org/saludambiente/acueductos/default.htm><<. Acesso: 14/12/2016 às 12:30 hs.

A redução do diâmetro da tubulação e da sua profundidade permite economizar custos na execução da obra. As residências são conectadas por médio das caixas condominiais, que ao mesmo servem para inspecionar e fazer a manutenção devida. Estes ramais são conectados à rede pública em um ponto só, e a rede pública conduz o esgoto ate a estação de tratamento, para a sua disposição final<sup>75</sup>.

<sup>74</sup> Tradução própria. LAMPOGLIA, T. C.; AGÜERO, R. P.; BARRIOS, C. N. *Orientaciones sobre agua y saneamiento para zonas rurales*. 2001, p. 38. >>  
[http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guia/calde/2sas/d21/019\\_SER\\_OrientacionesA&Szonasrurales/Orientaciones%20sobre%20A&S%20para%20zonas%20rurales.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guia/calde/2sas/d21/019_SER_OrientacionesA&Szonasrurales/Orientaciones%20sobre%20A&S%20para%20zonas%20rurales.pdf)<<. Acesso: 19/19/2016 às 03:06hs.

<sup>75</sup> idem ibidem, p. 38.

### 6.1.2. CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL

Winchester (2008), diz a que a América Latina apresenta uma degradação gravíssima no meio ambiente urbano. Geralmente, o aumento da contaminação atmosférica, do solo e da água na região, está ligado a processos de urbanização não planejados, também, à agricultura, pois nela se utilizam técnicas não sustentáveis, como os agrotóxicos, e a gestão inadequada do ambiente. O crescimento descontrolado das cidades leva grande parte da população a conviver com a deterioração da qualidade do ar e da água, a contaminação pelos resíduos sólidos e perigosos, e a degradação da costa.

O amontoamento, a falta de infraestrutura e a expansão descontrolada da urbanização aumentaram a exposição aos contaminantes das populações, com isto, os setores mais pobres, são geralmente as vítimas da contaminação. As cidades, e particularmente as favelas ou bairros precários, apresentam uma vulnerabilidade aos desastres naturais e tecnológicos (WINCHESTER, 2008, p. 12).

Para Philippi (2005), o avanço tecnológico foi o principal agente de alteração do meio ambiente, pois possibilitou uma maior disponibilidade de controle da energia, ampliando o potencial das modificações ambientais e ultrapassando muitas vezes a capacidade do meio ambiente fazer sua autorrecuperação. No passado, o fator limitante era a questão energética, hoje o fator limitante é a falta da disponibilidade de determinados recursos<sup>76</sup>.

Na questão ambiental, é importante reconhecer demarcações na história da civilização, pois são fatores importantíssimos que alteraram o padrão de consumo e da produção. Há mais de 10mil anos surgiu a atividade da agricultura, e permitiu por meio deste que o homem se fixe à terra, logo depois disso, já não se teve a necessidade de andar a procura periódica de novas áreas que possam abastecer sua necessidade de alimentação. Foi quando, a pequena escala a vegetação começou a ser retirada, para a prática da agricultura, além disso, com a

---

<sup>76</sup> MALHEIROS, T., PHILIPPI JR. A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável.** Arlindo Philippi Jr., editor. – Barueri, SP: Manole, 2005. (Coleção Ambiental; 2) *in* Saneamento e saúde pública: integrando homem e ambiente. cap. 1. p. 9.

prática da do incêndio para a retirada do mato, foi quando começou a ser modificado o ambiente local, poluindo o seu próprio espaço.<sup>77</sup>

A China, no século XV, possuía a tecnologia mais avançada do mundo, enquanto a Europa estava iniciando sua técnica de modificação tecnológica, que logo dominaria o mundo por mais de três séculos. Essa inovação possibilitou à Europa, aumentar sua dominação físico-política, com a invasão (colonização) de novas áreas, e assim impulsionar a Revolução Industrial. (Castells, 1999 *apud* PHILIPPI JR., A., 2005, p. 9)<sup>78</sup>.

Com o decorrer do tempo, os fatores que indicavam algum tipo de contaminação se destacaram, ressaltando a importância do meio ambiente e o planejamento territorial para a qualidade de vida. Foram as catástrofes socioambientais como a peste, a cólera, as doenças que se transmitiam pela água e por vetores, que apontaram que tal fator ocorria em grande parte, pela falta do planejamento (Bruna, G.; Philippi Jr., A.; Silveira, V.; 2005, p.626)<sup>79</sup>.

Na Europa no século XIX, as cidades foram construídas muitas vezes por donos da terra, estruturando filas de casas, tendo nas entradas poços domésticos e no fundo fossas, o que acarretou uma poluição extrema das águas e do solo dizimando muitas comunidades, pelo tipo de ocupação territorial que se tinha (Mota, 1999 *apud* BRUNA, G.; PHILIPPI JR., A.; SILVEIRA, V.; 2005, p. 626-627)<sup>80</sup>.

No Rio de Janeiro, já no século XX, Oswaldo Cruz, lutou para erradicar o mosquito da febre amarela, tendo que imunizar a população, e acabar com os focos geradores do mosquito transmissor, que estavam espalhadas pelas zonas urbanas e rurais. O mesmo ocorreu com a malária e a dengue no final do mesmo século<sup>81</sup>.

---

<sup>77</sup> MALHEIROS, T., PHILIPPI JR. A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável.** Arlindo Philippi Jr., editor. – Barueri, SP: Manole, 2005. (Coleção Ambiental; 2) *in* Saneamento e saúde pública: integrando homem e ambiente. cap. 1. p. 9.

<sup>78</sup> *idem, ibidem*, p. 9.

<sup>79</sup> BRUNA, G., PHILIPPI JR. A., SILVEIRA, V. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável.** Arlindo Philippi Jr., editor. – Barueri, SP: Manole, 2005. (Coleção Ambiental; 2) *in* Planejamento territorial e ambiental: instrumentos de intervenção. cap. 18. p. 626-627.

<sup>80</sup> *idem, ibidem*, p. 626-627.

<sup>81</sup> *idem, ibidem*, p. 626-627.

### 6.1.3. A ÁGUA E A SAÚDE PÚBLICA

A civilização desde suas origens tem coincidência da sua história com a água, visto que às margens dos rios, regiões costeiras e insulares, o homem ia ocupando esses espaços, onde as populações construíam impérios, portanto lançaram seus efluentes, adquiriram doenças, navegaram, pescaram, utilizaram como ferramenta de higiene e subsistência, construíram portos, pontes e aquedutos, todos formaram parte dos primeiros sistemas de provisão de água (CALLADO, N. H. & DAS NEVES, M. G. F. P., 2005, p. 11).

No Império Romano existia uma disseminação total do aqueduto, pois este transportava a água potável das montanhas para as cidades, que também foram construídos na Alemanha, Itália, França, Espanha, Grécia, Ásia Menor e África do Norte. O acondicionamento da água em vasos de cobre expondo-o ao sol, e o filtrado por meio do carvão, ou ainda colocando na água uma barra de ferro aquecida, também utilizando areia e cascalho para conseguir filtrar a água já era aconselhável em meados de 2.000 a.C.<sup>82</sup>.

Uma das principais preocupações em aglomerados urbanos era possuir uma rede para que a água pudesse ser distribuída. Portanto, os povoados sempre se concentraram nas proximidades de alguma fonte de água, mas com a transformação do povoado em cidade, as fontes de águas já ficaram insuficientes, e em outros casos expostas a contaminações pelo rejeito lançado aos corpos d'água. O conceito e a necessidade de possuir um “ambiente são” (saneado), originou-se no processo de formação das cidades desde o início da civilização, mas tudo fica mais perceptível na idade média, pelas crises na saúde pública que surgiram na época, como a peste bubônica na Europa<sup>83</sup>.

Durante séculos a água foi considerada como um bem público de quantidade infinita, na disposição do homem tratando-se de um recurso natural autossustentável por ter capacidades autodepuráveis. O crescimento das cidades aumentou, portanto a quantidade dos esgotos lançados nos córregos, rios, represas e lagos que se encontram perto das populações, porém também cresceu essa

---

<sup>82</sup> CALLADO, N. H.; DAS NEVES, M. G. F. P. **Gestão das águas urbanas**. Curso de aperfeiçoamento em gestão de recursos hídricos [modalidade à distância]. UFSC/UFAL. 2005, p. 11. Disponível em: >>[http://capacitacao.ana.gov.br/Lists/Editais\\_Anexos/Attachments/23/08.Gestao\\_Agua\\_Urb-220909.pdf](http://capacitacao.ana.gov.br/Lists/Editais_Anexos/Attachments/23/08.Gestao_Agua_Urb-220909.pdf)<<. Acesso: 07/11/2016 às 04:11hs).

<sup>83</sup> *idem, ibidem*, p. 11.

incapacidade de autodepuração, pois superou a carga de poluentes presentes nos efluentes (Martins, G.; Philippi Jr. A.; 2005, p. 117)<sup>84</sup>.

Atualmente, a ONU (1998 apud MARTINS & PHILIPPI, 2005, p. 117)<sup>85</sup> estima que um terço da população da Terra esteja morando em lugares com escassez de água, pela sua degradação ou porque são regiões áridas e semiáridas, como no Norte da África e o Oriente Médio. Estes locais possuem uma alta densidade demográfica, e para o ano de 2025, dois terços da população do planeta irão habitar essas regiões.

Portanto, a escassez e a poluição dos recursos hídricos têm consequências sociais, econômicas e ambientais, uma vez que:

- Comprometem o equilíbrio dos ecossistemas, dificultando a conservação da flora e da fauna, e da diluição de efluentes;
- Provocam doenças por causa da má qualidade ou pela falta de água em quantidade suficiente para as necessidades mínimas;
- Impedem o desenvolvimento socioeconômico, ao prejudicar as atividades de recreação e pesca, e as propostas paisagísticas; ao desenvolvimento industrial, ao dificultar a geração de energia elétrica, refrigeração de máquina, produção de alimentos, navegação e turismo; e o desenvolvimento da agricultura, ao dificultar a produção de cereais, frutas e hortaliças (Martins, G., Philippi Jr, 2005, cap. 5, p. 118).

Para a ONU (1998 apud MARTINS & PHILIPPI, 2005, p. 118)<sup>86</sup>, a questão da água tem gerado conflitos regionais, como na Turquia e Iraque pelo rio Eufrates, na Síria, Israel e Jordânia pelo rio Jordão e os mananciais das colinas de Golã, como ocorre também na região da América do Sul, na Argentina, Brasil e Paraguai, pelo rio Paraná, no âmbito da geração energética. Por conflitos como estes, a água tem sido chamada de “ouro azul”, pelo valor que possui e se o atribui nesse terceiro milênio.

Segundo a ONU (1998 apud MARTINS & PHILIPPI, 2005, p. 118)<sup>87</sup>, a água utilizada para o consumo humano disponível nas cidades, é de 8%, já para a agricultura 70% e indústrias 22%. Em Madagascar na África, Afeganistão na Ásia e Guiana na América do Sul, só chega a 1% a disponibilidade para o consumo humano. Na Finlândia, nas indústrias, a água utilizada corresponde a 85%, na

<sup>84</sup> MARTINS, G., PHILIPPI JR. A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Arlindo Philippi Jr., editor. – Barueri, SP: Manole, 2005. (Coleção Ambiental; 2) in Águas de abastecimento. cap. 5. p. 117.

<sup>85</sup> MARTINS, G., PHILIPPI JR. A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Arlindo Philippi Jr., editor. – Barueri, SP: Manole, 2005. (Coleção Ambiental; 2) in Águas de abastecimento. cap. 5. p. 117., apud ONU (Organização das Nações Unidas). **Economic ans social council: strategic approaches to freshwater management**. Disponível em: >><http://www.un.org/documents/ecosoc/cn17/1998/ecn171998-2.htm><<.

<sup>86</sup> MARTINS, G., PHILIPPI JR. A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Arlindo Philippi Jr., editor. – Barueri, SP: Manole, 2005. (Coleção Ambiental; 2) in Águas de abastecimento. cap. 5. p. 117.p. 118.

<sup>87</sup> *idem, ibidem*, p. 118.

agricultura 3% e para o consumo humano é de 12% do total disponível. A maior disponibilidade de água se concentra de forma desigual no Brasil, China e Rússia, o equivalente a quase 60% da água no planeta.

Considerando que o volume de água disponível nos rios, lagos, e no subsolo seja de 44.800km<sup>3</sup>, e a população do planeta (2005) de 6,60 bilhões de pessoas, a disponibilidade para cada pessoa é de 591m<sup>3</sup> de água. Um consumo médio de 100litros/habitante/dia, cada pessoa teria água para se abastecer por 17 anos. Suponha-se uma expectativa de vida de 70 anos, então se conclui que uma mesma pessoa poderá utilizar a mesma água 4 vezes. Portanto, pelo cálculo apresentado acima, a necessidade do tratamento dos efluentes. (Martins, G., Philippi Jr., A., 2005, p. 119).

A população sem acesso à água potável se torna obrigada a buscar soluções alternativas para obtê-las (fontes públicas, poços individuais, conexões ilegais à rede de água potável, coleta de águas pluviais, extração das águas dos rios, lagos, etc., sem tratamento algum). Muitas destas opções, não possuem garantias da qualidade, pois a crescente contaminação afeta diretamente os corpos de água. A maior parte destas populações, sem acesso a água e saneamento, são pessoas de baixa renda. Estas populações concentram-se nas periferias, nos focos de pobreza, que existem em muitas cidades da região latina (Jouravlev, 2004, *apud* WINCHESTER, L., 2008, p. 16-17).

Está demonstrado que é muito difícil prover nestes espaços serviços de qualidade razoável, pois pelo alto grau de pobreza, se tem um baixo grau de capacidade de pago e cultura, e por outra parte a alto custo de construção e manutenção dos serviços, pois, maiormente se encontram em áreas muito acentuadas topograficamente. Estas zonas urbanas tem uma taxa de crescimento muito reduzida, e sem quase organização alguma. Isto significa que na maioria dos casos, estas populações devem comprar água de vendedores privados, a um preço muito elevado, que pode chegar até 100 vezes mais<sup>88</sup>.

Segundo Philippi (2005) água tratada proporciona à população a prevenção de quase 80% das doenças infecciosas intestinais e helmintíases, que também podem estar relacionados a programas de educação sanitária ou outras ações de saneamento ambiental. Apesar de apresentar baixo índice de mortalidade,

<sup>88</sup> WINCHESTER, Lucy. *Armonía y discordancia entre los asentamientos humanos y el medio ambiente en América Latina y el Caribe*. CEPAL/BMZ/GTZ (Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania/Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Nações Unidas. Santiago do Chile, 2008, p.16-17. Disponível em: >>[http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3633/S2008478\\_es.pdf?sequence=1](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3633/S2008478_es.pdf?sequence=1)<<. Acesso: 28/09/2016 às 16:15hs.

tais doenças detêm alto grau endêmico, especialmente nas regiões mais carentes do mundo. Afetam principalmente as crianças até os 5 anos de idade, com um efeito devastador no seu crescimento e no desenvolvimento de aptidões, pois os leva à desnutrição e situações frágeis, deixando os seus organismos vulneráveis contra outras doenças (Martins *et al.*, 2000 *apud* PHILIPPI JR., 2005, p. 153)<sup>89</sup>.

Segundo Tucci (2003 *apud* CALLADO, N. H. & DAS NEVES, M. G. F. P., 2005) as doenças relacionadas com a água se classificam em:

- **Doenças com fonte na água:** dependem da água para sua transmissão como cólera, salmonela, diarreia, leptospirose (desenvolvida durante as inundações pela mistura da urina do rato), etc. A água age como veículo passivo para o agente de infecção.
- **Doenças devido à falta de higiene:** dependem da educação da população e da disponibilidade de água segura. Estas doenças estão relacionadas com a infecção do ouvido, pele e os olhos.
- **Pela água:** o agente utiliza a água para se desenvolver, como malária, dengue e esquistossomose<sup>90</sup>.

Portanto, é imprescindível que exista uma gestão dos recursos hídricos, pois segundo Philippi (2005), essa gestão faz parte do sistema de gestão ambiental, que constituem um conjunto de ações, que permitem que se adotem medidas preventivas e corretivas com relação ao impacto do meio ambiente. Controlando e monitorando as fontes poluidoras e da qualidade da água dos mananciais, poder-se-á propor soluções para a conservação das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, protegendo a saúde do homem e os ecossistemas<sup>91</sup>.

#### 6.1.4. MICRO-ORGANISMOS IMPORTANTES PARA O TRATAMENTO DO ESGOTO SANITÁRIO DOMÉSTICO.

Para o tratamento do esgoto sanitário doméstico há vários micro-organismos de organização celular simples (unicelulares e multicelulares) que têm muita importância para que possa ser possível a reciclagem de nutrientes no meio

<sup>89</sup>MARTINS, G., PHILIPPI JR. A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável.** Arlindo Philippi Jr., editor. – Barueri, SP: Manole, 2005. (Coleção Ambiental; 2) *in* Águas de abastecimento. cap. 5. p. 117.

<sup>90</sup> CALLADO, N. H.; DAS NEVES, M. G. F. P. **Gestão das águas urbanas.** Curso de aperfeiçoamento em gestão de recursos hídricos [modalidade à distância]. UFSC/UFAL. 2005, p. 7. Disponível em: >>[http://capacitacao.ana.gov.br/Lists/Editais\\_Anexos/Attachments/23/08.Gestao\\_Aqua\\_Urb-220909.pdf](http://capacitacao.ana.gov.br/Lists/Editais_Anexos/Attachments/23/08.Gestao_Agua_Urb-220909.pdf)<<. Acesso: 07/11/2016 às 04:11hs).

<sup>91</sup> MARTINS, G., PHILIPPI JR. A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável.** Arlindo Philippi Jr., editor. – Barueri, SP: Manole, 2005. (Coleção Ambiental; 2) *in* Águas de abastecimento. cap. 5. p. 124.

ambiente. Estes micro-organismos são imprescindíveis do ponto de vista da tecnologia ambiental, pois promovem a degradação de muitos poluentes, etapa principal dos processos biológicos de tratamento de efluentes (Sant'Anna Jr., 2013, p. 5).

Segundo Sant'Anna Jr. (2013), para conseguir classificar os micro-organismos em eucariotos e procariotos, sua estrutura celular é um fator imprescindível. Além das suas diferenças em tamanho, elas diferenciam-se quanto às composições do DNA no seu interior<sup>92</sup>.

Na atualidade, os micro-organismos classificam-se por domínios: **Bactéria** (aqui se encontram as bactérias que conhecemos por células procarióticas), **Archaea** (predominam as bactérias anaeróbias, muitos deles são extremófilos, ou seja, células procarióticas<sup>93</sup>) e **Eukarya** ou **Eucaria** (neste grupo encontram-se as microalgas, ou fungos, e os protozoários que são as células eucarióticas<sup>94,95</sup>).

Sant'Anna Jr. (2013), informa que existem poucos micro-organismos patogênicos e que possam causar dano ao homem, ao contrário muitos deles trazem muitos benefícios. Por exemplo, o pão e o vinho, são utilizados para a nutrição e energia da alimentação humana, que utilizam a levedura para a sua fabricação<sup>96</sup>. A seguir uns dos grupos de micro-organismos que servem de ajuda aos sistemas aquáticos e os processos de tratamento dos efluentes.

<sup>92</sup> SANT'ANNA JUNIOR, Geraldo Lippel. **Tratamento biológico de efluentes: fundamentos e aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2013. p. 5.

<sup>93</sup> **Células Procarióticas:** As células *procariontes* ou *procarióticas*, também chamadas de protocélulas, são muito diferentes das eucariotes. A sua principal característica é a ausência de *carioteca* individualizando o núcleo celular, pela ausência de alguns organelas e pelo pequeno tamanho que se acredita que se deve ao fato de não possuírem compartimentos membranosos originados por evaginação ou invaginação. Também possuem DNA na forma de um anel não-associado a proteínas (como acontece nas células eucarióticas, nas quais o DNA se dispõe em filamentos espiralados e associados à histonas). Estas células são desprovidas de mitocôndrias, plastídeos, complexo de Golgi, retículo endoplasmático, e sobretudo, cariomembrana o que faz com que o DNA fique disperso no citoplasma. **SóBiologia**. Disponível em: >><http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Seresvivos/Ciencias/biocelulas.php><<. Acesso: 15/11/2016 às 02:01hs.

<sup>94</sup> **Células Eucarióticas:** As células **eucariontes** ou **eucarióticas**, também chamadas de **eucélulas**, são mais complexas que as procariontes. Possuem membrana nuclear individualizada e vários tipos de organelas. A maioria dos animais e plantas a que estamos habituados são dotados deste tipo de células. É altamente provável que estas células tenham surgido por um processo de aperfeiçoamento contínuo das células procariontes. Não é possível avaliar com precisão quanto tempo a célula "primitiva" levou para sofrer aperfeiçoamentos na sua estrutura até originar o modelo que hoje se repete na imensa maioria das células, mas é provável que tenha demorado muitos milhões de anos. Acredita-se que a célula "primitiva" tivesse sido bem pequena e para que sua fisiologia estivesse melhor adequada à relação *tamanho x funcionamento* era necessário que crescesse. Acredita-se que a membrana da célula "primitiva" tenha emitido internamente prolongamentos ou invaginações da sua superfície, os quais se multiplicaram, adquiriram complexidade crescente, conglomeraram-se ao redor do bloco inicial até o ponto de formarem a intrincada malha do retículo endoplasmático. Dali ela teria sofrido outros processos de dobramentos e originou outras estruturas intracelulares como o complexo de Golgi, vacúolos, lisossomos e outras. **SóBiologia**. Disponível em: >><http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Seresvivos/Ciencias/biocelulas.php><<. Acesso: 15/11/2016 às 02:01hs.

<sup>95</sup> SANT'ANNA JUNIOR, Geraldo Lippel. **Tratamento biológico de efluentes: fundamentos e aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2013. p. 5-6.

<sup>96</sup> *idem, ibidem*, p. 6.

#### 6.1.4.1. Bactérias

Consideram-se as bactérias como organismos unicelulares (procariotos). O citoplasma encontrasse confinado, na maioria das células, por uma parede semirrígida. Essa membrana citoplasmática dispõe o passe de nutrientes e produtos por dentro e por fora da célula. O citoplasma é como uma chave que contém nela moléculas essenciais para que possa ocorrer o metabolismo celular. Um dos maiores componentes das células é a Água, pois corresponde ao redor de 75% de massa bacteriana. Christian Gram desenvolveu uma técnica há mais de um século, que permite evidenciar certas características da parede celular, classificando as bactérias em Gram-positivas (apresentam parede celular considerado relativamente simples, composta por uma camada de peptidoglicano) e Gram-negativa (são as bactérias que têm parede com uma estrutura mais complexa pois é formada por uma camada de peptidoglicano e uma membrana externa, esta possui lipopolissacarídeos ou também conhecido como LPS, na parte exterior). As células bacterianas possuem estruturas externas que tornam possíveis a sua movimentação no meio líquido<sup>97</sup>.

#### 6.1.4.2. Arqueas

Para Sant'Anna Jr. (2013) neste grupo de micro-organismos encontram-se muitos organismos extremófilos<sup>98</sup> (halófilos extremos, hipertermófilos), também os metanogênicos<sup>99</sup>, são essenciais para o tratamento dos esgotos tanto

<sup>97</sup> SANT'ANNA JUNIOR, Geraldo Lippel. **Tratamento biológico de efluentes: fundamentos e aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2013. p. 6.

<sup>98</sup> **Organismos extremófilos:** estão presentes nos ambientes mais extremos do planeta, como os arredores de um vulcão, imaginamos um lugar extremamente quente e tóxico, um lugar desolado e nada favorável à vida. Nos desertos de sal a mesma imagem se repete. Porém, esta primeira impressão pode nos levar ao engano, estes ambientes vem se mostrado ricos em vida, populados por organismos que receberam o nome de extremófilos. **Fonte:** Labisimi. **Extremófilos**. [on-line]. Disponível em: >><http://labisimi.fmrp.usp.br/index.php/br/extremofilos><<. Acesso: 16/11/2016 às 15:21hs.

<sup>99</sup> VAZOLLER, R. F.; MANFIO, G. P.; & CANHOS, V. P. Diversidade no domínio archaea. **Organismos Metanogênicos:** As Archaea metanogênicas são microorganismos anaeróbios obrigatórios, que requerem condições anóxicas de crescimento, e altamente redutoras, com potenciais de oxi-redução na ordem de 300 mV (Sowers, 1995). Provavelmente, a característica mais evidente das metanogênicas está relacionada com sua especificidade de substratos para crescimento e produção de metano. São conhecidos até o momento dez substratos para a metanogênese: formiato, monóxido de carbono, metanol, 2-propanol, aminas metiladas, dimetilsulfeto, metilmercaptanas e acetato, sendo universal o dióxido de carbono, que necessita de hidrogênio como doador de elétrons. Os metanogênicos apresentam metabolismo quimiorganotrófico ou autotrófico. Apesar de requererem condições fastidiosas para crescimento e anaerobiose obrigatória, esses organismos são amplamente distribuídos na natureza, sendo encontradas em diversos ambientes associados à decomposição de matéria orgânica e/ou atividades geoquímicas. As arqueas metanogênicas atuam no passo final de consórcios microbianos presentes em sedimentos aquáticos, pântanos, gêisers, interior de árvores e sistemas de tratamento de resíduos, como biodigestores anaeróbios e aterros sanitários. Sob o ponto de vista ecológico, o metabolismo metanogênico é dependente da presença de outros microorganismos, cuja atividade no meio anaeróbio gera os precursores para a metanogênese (Vazoller, 1995). As Archaea metanogênicas representam um grupo de microrganismos polifilético, compreendendo 3 Ordens, com 8 Famílias e 21 gêneros. Apresentam morfologia comum às células procarióticas, com forma de bacilos de diferentes tamanhos, cocos, sarcinas e

domésticos como industriais, que seguem a via anaeróbia. Estes organismos indicam diferenças em relação às bactérias no que se refere à constituição da parede e da membrana celular e à síntese de proteínas<sup>100</sup>.

A biotecnologia das arqueas é muito relevante para a produção de enzimas ativas em altas temperaturas, portanto consideram-se as metanogênicas como micro-organismos de alta diversidade, e por isso é o foco primordial para o tratamento biológico de efluentes<sup>101</sup>.

#### 6.1.4.3. Algas

Sant'Anna Jr. (2013) considera as algas como eucariotos fototróficos, que compreende um grupo muito amplo. Muitas das espécies são microscópicas, algumas espécies, formam colônias e outros arranjos lineares (filamentosas). As algas geralmente têm uma coloração verde, mas outras algas como as marrons e vermelhas não são anormais. Muitas das espécies das algas não são venenosas, apesar de que algumas o são.

O excessivo despejo de nutrientes e contaminantes nos ecossistemas aquáticos fez com que provocasse um desequilíbrio e o preferencial crescimento de alguns tipos de algas, muitas vezes com uma concentração de toxinas no meio. Uma das mais habituais são as “marés vermelhas<sup>102</sup>”, que são algas venenosas, conseqüentes do lançamento descontrolado do esgoto nas águas<sup>103</sup>.

Nos últimos anos houve uma preocupação maior por causa da presença dessas algas que produzem toxinas, e fazem que aconteçam acidentes, alguns considerados letais, pela ingestão ou utilização dessas águas contaminadas.

---

filamentos. Algumas representantes apresentam propriedade de coloração Gram-positiva e outras Gram-negativa, sendo a taxonomia baseada essencialmente em métodos moleculares, através da comparação de seqüências do RNAr 16S. [on-line]. Disponível em: >><http://www.cocminas.com.br/arquivos/file/As%20Archeas.pdf><<. p. 20. Acesso: 16/11/2016 às 15:21hs.

<sup>100</sup> SANT'ANNA JUNIOR, Geraldo Lippel. **Tratamento biológico de efluentes: fundamentos e aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2013. p. 7.

<sup>101</sup> *idem*, *ibidem*, p. 8.

<sup>102</sup> **Maré Vermelha:** é um acidente ecológico que acontece em decorrência de alguns fatores como a alteração da salinidade, oscilação da temperatura, além do excesso de sais minerais que são ocasionados pelo escoamento de esgoto doméstico, alterando as condições abióticas do mar, afetando, conseqüentemente, o comportamento de espécies que vivem no local, inclusive as planctônicas. Seus **efeitos** nos seres humanos, em caso de ingestão de animais contaminados, como ostras, camarões e peixes, são diarreia, problemas circulatórios e respiratórios. Além de perigosas para a saúde de animais e pessoas, as florações trazem prejuízos econômicos devido à contaminação da água, que fica imprópria para o banho, afastando dessa forma os turistas. Também pela contaminação dos animais, a economia é prejudicada, uma vez que afeta o rendimento das pessoas que vivem de atividades relacionadas à pesca. **Fonte:** EstudoPrático. **O que ocasiona a maré vermelha?**. [on-line]. Disponível em: >><http://www.estudopratico.com.br/mare-vermelha-como-se-da-esse-fenomeno/><<. Acesso: 16/11/2016 às 02:53hs.

<sup>103</sup> SANT'ANNA JUNIOR, Geraldo Lippel. **Tratamento biológico de efluentes: fundamentos e aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2013. p. 8.

Deve-se ter em destaque que as cianobactérias, outrora comumente chamadas de algas azuis-verdes, também são capazes de produzir toxinas, e portanto, estão envolvidas em episódios de intensas florações comprometendo desta forma a qualidade da água, podendo produzir odor e gosto desagradável nas mesmas<sup>104</sup>. As algas apesar de serem organismos essenciais para os ambientes aquáticos naturais, podem chegar a causar problemas nos processos de tratamento de captação de água (filtração, coagulação, floculação e sedimentação) (Di Bernardo, 1995 *apud* SANT'ANNA JR., 2013, p. 8).

**Imagem 13:** Maré vermelha presente na água oceânica.



**Fonte:** EstudoPrático. [on-line]. Disponível em: >><http://www.estudopratico.com.br/mare-vermelha-como-se-da-esse-fenomeno/><<. Acesso: 16/11/2016 às 02:53hs.

Nos tratamentos de efluentes naturais, como são as lagoas anaeróbias e as lagoas de estabilização, as algas são um agente primordial, pois estas aportam oxigênio às bactérias, que ajudam na degradação dos poluentes presentes nos esgotos<sup>105</sup>.

#### 6.1.4.4. Fungos

Para Sant'Anna Jr. (2013), nesta categoria estão muitos organismos de forma estrutural diferente. Os **fungos filamentosos** crescem formando

<sup>104</sup> SANT'ANNA JUNIOR, Geraldo Lippel. *Tratamento biológico de efluentes: fundamentos e aplicações*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2013. p. 8.

<sup>105</sup> *idem, ibidem*, p. 9.

micélios<sup>106</sup>, a partir de filamentos denominados hifas<sup>107</sup>. Estes fungos filamentosos tem uma participação imprescindível nos processos de reciclado de nutrientes e na biodegradação de compostos orgânicos em ambientes naturais, especialmente nos solos<sup>108</sup>.

Considera-se as **leveduras** como fungos, com células individuais na maioria dos casos, e portanto não formam filamentos ou micélios. As leveduras não têm uma presença muito marcante nos sistemas aquáticos, e têm uma participação muito pequena nos processos de tratamentos biológicos de efluentes. A utilização dos fungos nos processos de tratamento biológico de efluentes a escala real tem pouca relevância, embora tenha se investigado muito sobre este tema<sup>109</sup>.

Em muitos processos industriais muitas enzimas<sup>110</sup> fúngicas foram empregadas nos processos industriais, e substituindo etapas químicas às quais geram maior consumo energético e produzem poluentes. Ultimamente vêm-se inserindo as tecnologias limpas por meio dos processos ou etapas enzimáticas<sup>111</sup>.

#### 6.1.4.5. Protozoários

Segundo Sant'Anna Jr. (2013), são organismos unicelulares (eucariotos) as quais não possuem parede celular. Os protozoários conseguem-se diferenciar das bactérias porque possuem um tamanho maior, das algas pela inexistência de clorofila nos protozoários, e dos fungos pela sua mobilidade. Estes

<sup>106</sup> **Micélio:** Micélio é nome que se dá ao conjunto de hifas emaranhadas de um fungo. O micélio vegetativo é a parte correspondente a sustentação e absorção de nutrientes, se desenvolvendo no interior do substrato. O micélio que se projeta na superfície e cresce acima do meio de cultivo é o micélio aéreo. Quando o micélio aéreo se diferencia para sustentar os corpos de frutificação ou propágulos, constitui o micélio reprodutivo. **Fonte:** SECRETARIA DA EDUCAÇÃO. >>[<<](http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=1150&evento=2). Acesso: 16/11/2016 às 15:29hs.

<sup>107</sup> **Hifas:** Em termos gerais, hifas significam filamentos que formam o micélio dos fungos e o micobionte dos líquenes. Trazem longas células cilíndricas com vários núcleos e septos. Cada unidade celular pode ter vários centros simples ou ramificados. Pseudo-hifas são adaptações de alguns fungos unicelulares (leveduras), aos quais se multiplicam, embora permaneçam unidos, semelhante às hifas, com função de adaptação ao meio em que estão submetidos. **Fonte:** CulturaMix.com. [on-line]. Disponível em: >>[<<](http://meioambiente.culturamix.com/natureza/hifas-e-fungos-caracteristicas-gerais). Acesso: 16/11/2016 às 15:02hs.

<sup>108</sup> SANT'ANNA JUNIOR, Geraldo Lippel. **Tratamento biológico de efluentes: fundamentos e aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2013. p. 9.

<sup>109</sup> *idem, ibidem*, p. 9.

<sup>110</sup> **Enzimas:** A vida depende da realização de inúmeras reações químicas que ocorrem no interior das células e também fora delas (em cavidades de órgãos, por exemplo). Por outro lado, todas essas reações dependem, para a sua realização, da existência de uma determinada enzima. As enzimas são substâncias do grupo das proteínas e atuam como catalisadores de reações químicas. **Catalisador** é uma substância que acelera a velocidade de ocorrência de uma certa reação química. Muitas enzimas possuem além da porção protéica propriamente dita, constituída por uma sequência de aminoácidos, uma porção não-protéica.

A parte protéica é a apoenzima e a não protéica é o co-fator. Quando o co-fator é uma molécula orgânica, é chamado de coenzima. O mecanismo de atuação da enzima se inicia quando ela se liga ao reagente, mais propriamente conhecido como substrato. É formada um complexo enzima-substrato, instável, que logo se desfaz, liberando os produtos da reação a enzima, que permanece intacta embora tenha participado da reação. **Fonte:** SóBiologia. **Ezimas**. [on-line]. Disponível em: >>[<<](http://www.sobiologia.com.br/conteudos/quimica_vida/quimica11.php). Acesso: 16/11/2016 às 17:02hs.

<sup>111</sup> SANT'ANNA JUNIOR, Geraldo Lippel. **Tratamento biológico de efluentes: fundamentos e aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2013. p. 8.

micro-organismos estão presentes nos sistemas aquáticos e nas comunidades microbianas, muito comuns nos processos aeróbios de tratamento de efluentes. Nestes processos de tratamento biológicos do esgoto, há uma grande importância da participação dos protozoários nos lodos ativados, pois são grandes predadores das bactérias, portanto contribuem para o bom desempenho no processo de tratamento dos efluentes<sup>112</sup>.

#### 6.1.4.6. Rotíferos

Sant'Anna Jr. informa que, os rotíferos são metazoários, com um tamanho geralmente ao redor de 100 a 500 µm. Estes participam dos processos biológicos de tratamento de esgoto, removendo as bactérias livres em suspensão (não floculadas). Os grãos fecais (revestidos de muco) que produzem esses organismos, de certa forma contribuem para que se formem os flocos microbianos (Bitton, 1994 apud SANT'ANNA JR., 2013, p. 11).

#### 6.1.4.7. Nematódeos e anelídeos

São micro-organismos invertebrados superiores. Os vermes alongados, nematódeos<sup>113</sup> e anelídeos<sup>114</sup> encontram-se frequentemente em sistemas biológicos de tratamento de efluentes, a preocupação maior com estes micro-organismos é que são agentes causadores de doenças. Consideram-se que não apresentam fatores importantes nos processos de tratamento dos efluentes<sup>115</sup>.

---

<sup>112</sup> idem, ibidem, p. 10.

<sup>113</sup> **Nematódeos:** Esses vermes são seres com corpo alongado e extremidades afiladas, que se assemelham a um fio. É em virtude dessa característica que eles receberam o nome de nematódeos (*nematos* significa fio e *helminthes* significa verme). Existem diversas espécies de nematódeos e a maioria vive livremente sem causar doenças ao homem e nem a outros animais. Dizemos que eles possuem vida livre. Eles podem ser encontrados em ambientes aquáticos e terrestres. Fonte: Vanessa Dos Santos. EscolaKids. [on-line]. Disponível em: >><http://escolakids.uol.com.br/nematodeos.htm><<. Acesso: 16/11/2016 às 20:32hs.

<sup>114</sup> **Anelídeos:** são animais invertebrados, com aspecto vermiforme, que possuem o corpo segmentado em anéis. Os anelídeos, de acordo com a espécie, vivem em ambientes terrestres e marinhos. Algumas espécies são dulcícolas, ou seja, habitam ambientes de água doce. **Fonte:** Anelídeos. **TodaBiologia.com.** [on-line]. Disponível em: >><http://www.todabiologia.com/zoologia/anelideos.htm><<.

<sup>115</sup> SANT'ANNA JUNIOR, Geraldo Lippel. **Tratamento biológico de efluentes: fundamentos e aplicações.** 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2013. p. 10.

### 6.1.5. ENERGIAS E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Segundo a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO, 2013)<sup>116</sup> até há pouco tempo, os efeitos relacionados ao clima se deviam a sua mudança histórica e temporal. Entretanto, ultimamente se tem observado que as atividades humanas são as principais responsáveis pelas mudanças climáticas observadas. O painel intergovernamental sobre mudanças climáticas das Nações Unidas o IPCC, define as mudanças climáticas, como os efeitos produzidos pelo homem de forma intencional ou não, e que afetam os gases que estão na atmosfera, resultando nas mudanças climáticas, além dos que já estão contemplados pelas variações climáticas ocorridas ao longo do tempo<sup>117</sup>.

Os principais efeitos produzidos pelas mudanças climáticas estão relacionados às emissões de gases do efeito estufa na atmosfera. Entre os gases de efeito estufa, o mais conhecido é o Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), porém não se deve esquecer que esses gases são compostos também pelo monóxido de carbono, enxofre, e nitrogênio, todos com uma peculiaridade, são gases que persistem na atmosfera e capturam de alguma maneira a radiação emitida pelo sol, gerando o que conhecemos como efeito estufa. Muitos desses gases são fundamentalmente produzidos durante a geração, utilização, e emprego da energia. Assim, relacionar a energia às mudanças climáticas tem um efeito positivo sobre as possíveis medidas para que se reduzam os efeitos destas emissões em relação ao clima<sup>118</sup>.

Os gases de efeito estufa que produzem estas mudanças no clima, também afetam o solo no que diz respeito ao aumento da temperatura, que como bem se sabe nos últimos 100 anos têm sido de cerca de 0,8°C, e a previsão para os próximos anos, ou seja até 2100, seria um incremento de 1,4°C a 5,8°C na superfície da terra<sup>119</sup>.

A UNIDO (2013) informa que os efeitos não são só o aumento da temperatura, mais que isto, provocam por sua vez um aumento no nível do mar, e

---

<sup>116</sup> UNIDO (*United Nations Industrial Development Organization/Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial - Observatory for Renewable Energy in Latin America and the Caribbean/ Observatório de Energias Renováveis na América Latina e no Caribe*) – PCER (Programa de Capacitação em Energias Renováveis). **Energia e mudanças climáticas**. 2013. [on-line]. (7min com 57seg.), colorido. Disponível em: >><http://www.renenergyobservatory.org/br/programa-de-capacitacao/energia-e-mudancas-climaticas.html><<. Acesso: 17/11/2016 às 02:43hs.

<sup>117</sup> *idem*, *ibidem*.

<sup>118</sup> *idem*, *ibidem*.

<sup>119</sup> *idem*, *ibidem*.

também uma mudança de estereótipos que estamos acostumados quanto aos fenômenos naturais extremos, como as inundações, os tsunamis, etc., e isso causará efeitos em todo o planeta inclusive na região da América Latina que está especialmente sensível a esses efeitos.

Além disto, os efeitos têm grande consequência econômica na população e nos ecossistemas, o que também se deve levar em conta, uma vez entendido que os processos que envolvem a energia, são os maiores responsáveis pelo efeito estufa, calcula-se que em torno de 80%<sup>120</sup>.

No que se refere às mudanças climáticas, tem-se dois temas de abordagem, uma está relacionada à tecnologia de mitigação (relacionadas ao uso e emprego de tecnologias que não produzem grandes emissões de gases de efeito estufa na atmosfera) e outra relacionada à tecnologia de adaptação (as tecnologias de adaptação são aquelas que uma vez ocorrida às mudanças climáticas, deve-se analisar o que pode ser feito para adaptarem-se a estas novas condições)<sup>121</sup>.

Referente às tecnologias de mitigação, a primeira abordagem no âmbito global para mitigar os efeitos das mudanças climáticas foi o protocolo de Kyoto<sup>122</sup> (1997). Nesse protocolo pretendeu-se que todos os países industrializados

<sup>120</sup> UNIDO (*United Nations Industrial Development Organization/Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial - Observatory for Renewable Energy in Latin America and the Caribbean/ Observatório de Energias Renováveis na América Latina e no Caribe*) – PCER (Programa de Capacitação em Energias Renováveis). **Energia e mudanças climáticas**. 2013. [on-line]. (7min com 57seg.), colorido. Disponível em: >><http://www.renenergyobservatory.org/br/programa-de-capacitacao/energia-e-mudancas-climaticas.html><<. Acesso: 17/11/2016 às 02:43hs.

<sup>121</sup> *idem, ibidem*.

<sup>122</sup> Esse Protocolo tem como objetivo firmar acordos e discussões internacionais para conjuntamente estabelecer metas de redução na emissão de gases-estufa na atmosfera, principalmente por parte dos países industrializados, além de criar formas de desenvolvimento de maneira menos impactante a aqueles países em pleno desenvolvimento. O Protocolo de Kyoto foi implantado de forma efetiva em 1997, na cidade japonesa de Kyoto, nome que deu origem ao protocolo. Na reunião, 84 países se dispuseram a aderir ao protocolo e o assinaram, dessa forma, comprometeram-se a implantar medidas com intuito de diminuir a emissão de gases. As metas de redução de gases não são homogêneas a todos os países, colocando níveis diferenciados de redução para os 38 países que mais emitem gases, o protocolo prevê ainda a diminuição da emissão de gases dos países que compõe a União Europeia em 8%, já os Estados Unidos em 7% e Japão em 6%. Países em franco desenvolvimento como Brasil, México, Argentina, Índia e, principalmente, China, não receberam metas de redução, pelo menos momentaneamente. O Protocolo de Kyoto não apenas discute e implanta medidas de redução de gases, mas também incentiva e estabelece medidas com intuito de substituir produtos oriundos do petróleo por outros que provocam menos impactos (**as energias renováveis**). Diante das metas estabelecidas, o maior emissor de gases do mundo, Estados Unidos, desligou-se em 2001 do protocolo, alegando que a redução iria comprometer o desenvolvimento econômico do país.

#### **As etapas do Protocolo de Kyoto**

Em 1988, ocorreu na cidade canadense de Toronto a primeira reunião com líderes de países e classe científica para discutir sobre as mudanças climáticas, na reunião foi dito que as mudanças climáticas têm impacto superado somente por uma guerra nuclear. A partir dessa data foram sucessivos anos com elevadas temperaturas, jamais atingidas desde que iniciou o registro. Em 1990, surgiu o IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática), primeiro mecanismo de caráter científico, tendo como intenção alertar o mundo sobre o aquecimento do planeta, além disso, ficou constatado que alterações climáticas são principalmente provocadas por CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) emitidos pela queima de combustíveis fósseis. Em 1992, as discussões foram realizadas na Eco-92, que contou com a participação de mais de 160 líderes de Estado que assinaram a Convenção Marco Sobre Mudanças Climáticas. Na reunião, metas para que os países industrializados permanecessem no ano de 2000 com os mesmos índices de emissão do ano de 1990 foram estabelecidas. Nesse contexto, as discussões levaram à conclusão de que todos os países, independentemente de seu tamanho, devem ter sua responsabilidade de conservação e preservação das condições climáticas. Em 1995, foi divulgado o segundo informe do IPCC declarando que as mudanças climáticas já davam sinais claros, isso proveniente das ações antrópicas sobre o clima. As declarações atingiram diretamente os grupos de atividades petrolíferas, que rebateram a classe científica alegando que eles estavam precipitados e que não havia motivo para maiores preocupações nessa questão. No ano de 1997, foi assinado o Protocolo de Kyoto, essa convenção serviu para firmar o compromisso, por parte dos países do norte (desenvolvidos), em reduzir a emissão de gases.

limitassem de alguma forma a emissão dos gases de efeito estufa, e que os países emergentes que forem se industrializando, aos poucos se incorporassem ao protocolo, somando-se a esta iniciativa<sup>123</sup>.

Segundo os últimos dados disponíveis das economias emergentes da China, Brasil e Índia, na primeira metade deste século, esses países alcançarão os níveis de emissões do resto dos países industrializados<sup>124</sup>.

Dentro das tecnologias de mitigação pode-se dizer que existem três áreas de trabalho muito importantes, uma delas é fomentar todas as tecnologias de baixa emissão de carbono e eliminar de alguma maneira os incentivos e subvenções às tecnologias com alta emissão de carbono. Por outro lado, pode-se aumentar o uso da Terra como captador de CO<sub>2</sub>, além de medidas de compensação econômica, levando em conta os mecanismos de desenvolvimento limpo e com o mercado de emissões de CO<sub>2</sub><sup>125</sup>.

Finalmente em resumo, qualquer iniciativa e forma de abordagem do tema “mudanças climáticas”, vai incidir claramente sobre o tema energético, e que os cenários propostos nos últimos anos, mostram que entorno de 80% do efeito das mudanças climáticas, terão que vir do mundo energético. Entre as opções mais relacionadas às fontes energéticas de baixo carbono, está a eficiência energética, e no que se refere ao uso de combustíveis fósseis, está a mudança de combustíveis fósseis por combustíveis de baixo carbono, a captura e armazenamento de CO<sub>2</sub> o uso das energias renováveis e a energia nuclear. Todas e cada uma têm um grau de aceitação social e implicações políticas diferentes, portanto é necessário analisá-las a partir do prisma ambiental, considerando os ciclos de vida de todas elas<sup>126</sup>.

---

No entanto, não são concretos os meios pelos quais serão colocadas em prática as medidas de redução e se realmente todos envolvidos irão aderir. Em 2004 ocorreu uma reunião na Argentina que fez aumentar a pressão para que se estabelecessem metas de redução na emissão de gases por parte dos países em desenvolvimento até 2012. O ano que marcou o início efetivo do Protocolo de Kyoto foi 2005, vigorando a partir do mês de fevereiro. Com a entrada em vigor do Protocolo de Kyoto, cresceu a possibilidade do carbono se tornar moeda de troca. O mercado de créditos de carbono pode aumentar muito, pois países que assinaram o Protocolo podem comprar e vender créditos de carbono. Na verdade, o comércio de carbono já existe há algum tempo, a bolsa de Chicago, por exemplo, já negociava os créditos de carbono ao valor de 1,8 dólares por tonelada, já os programas com consentimento do Protocolo de Kyoto conseguem comercializar carbono com valores de 5 a 6 dólares a tonelada. **Fonte:** FREITAS, Eduardo de. "Protocolo de Kyoto"; BrasilEscola. [on-line]. Disponível em: >><http://brasilecola.uol.com.br/geografia/protocolo-kyoto.htm><<. Editor: Eduardo de Freitas. Acesso: 17/11/2016 às 2:20hs.

<sup>123</sup> UNIDO (*United Nations Industrial Development Organization*/Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial - *Observatory for Renewable Energy in Latin America and the Caribbean*/ Observatório de Energias Renováveis na América Latina e no Caribe) – PCER (Programa de Capacitação em Energias Renováveis). **Energia e mudanças climáticas**. 2013. [on-line]. (7min com 57seg.), colorido. Disponível em: >><http://www.renenergyobservatory.org/br/programa-de-capacitacao/energia-e-mudancas-climaticas.html><<. Acesso: 17/11/2016 às 02:43hs.

<sup>124</sup> *idem, ibidem.*

<sup>125</sup> *idem, ibidem.*

<sup>126</sup> *idem, ibidem.*

### 6.1.5.1. A energia

Segundo o Programa Mercosul Social e Solidário (PMSS), na época dos impérios a principal energia era a humana, pois os escravos eram empregados para satisfazer as necessidades e conforto das populações dominantes como no Egito, Grécia e Roma. Com o descobrimento da máquina a vapor no ano de 1776 (há mais de 2 séculos), a humanidade conseguiu aumentar sua produção e suas atividades, atribuída à abundância dos combustíveis fósseis, que até o momento não eram explorados. O carvão de origem mineral foi o primeiro a ser explorado no mundo, com o que se conseguiu movimentar os barcos a vapor, o trem e as fábricas que fizeram a Revolução Industrial no século XIX. Logo chegou a vez do petróleo, consumo que cresceu de maneira extraordinária no século XX, ao mesmo tempo que a sociedade a qual o consome<sup>127</sup>.

A crescente utilização de energias fósseis fez com que os preços do petróleo disparassem em 1973 e 1979, até o ano de 1985. Após esse período, houve um intervalo de tempo onde os preços baixaram até o ano de 1999, quando o preço voltou a disparar e provavelmente não voltará a decrescer, pois o abastecimento produtivo destes recursos energéticos no mundo (petróleo, e gás natural) não supre as demandas de países como China e Índia, onde se encontra a maior população mundial atualmente<sup>128</sup>.

Segundo Conant & Fadem (2011, p. 525), a energia é imprescindível para iluminar nossas residências, preparar alimentos, extrair e transportar a água, e também com a energia consegue-se realizar as atividades diárias da humanidade. Portanto, a energia pode ser humana, pois quando falamos de energia nela está incluída a força utilizada para caminhar, cortar madeira, ou levantar um balde de água, mas frequentemente trata-se da eletricidade, que é utilizada para as luzes, bombeio de água, ligar ventiladores e outro tipo de máquinas que o homem utiliza para atividades do seu cotidiano.

A eletricidade torna a nossa vida muito mais fácil, facilitando o nosso trabalho e estudo, conservando os alimentos e medicinas por meio do refrigério e evitando assim sua decomposição. Portanto, ajuda a que tenhamos saúde e à sua melhoria, uma vida mais confortável. Infelizmente, o acesso à eletricidade, é um

<sup>127</sup> Cf. PMSS (Programa Mercosul Social e Solidário). [on-line]. p. 1-2. Disponível em:>>[http://www.mercosursocialsolidario.org/wp/wp-content/uploads/2015/03/folleto\\_5.pdf](http://www.mercosursocialsolidario.org/wp/wp-content/uploads/2015/03/folleto_5.pdf)<<. Acesso 17/11/2016 às 03:17hs.

<sup>128</sup> idem, ibidem, p. 2.

sonho inalcançável para muitas pessoas, pois a maior parte da eletricidade no mundo é utilizada nas cidades dos países desenvolvidos do Norte. Dos 6 milhões de habitantes no mundo no ano de 2011, 2 milhões não tinham eletricidade<sup>129</sup>.

Atualmente, a energia também é utilizada para o transporte, mas ela provém dos combustíveis fósseis, como a gasolina e o diesel. Neste aspecto, como ocorre com a eletricidade, os países desenvolvidos consomem mais combustíveis fósseis para abastecer os meios de transportes<sup>130</sup>.

Para conseguir evitar a contaminação e reduzir a mudança climática, o mundo deve queimar menos petróleo, carvão e gás natural. Os países desenvolvidos são os que deveriam frear a produção de energia não renovável, e assim diminuir o impacto ambiental que estas causam ao planeta Terra. Para que todos tenham acesso à eletricidade e ao transporte, mas sem aumentar as mudanças climáticas, deve-se modificar as fontes de produção de energia (energias limpas ou energias renováveis). As energias limpas podem ser encontradas no vento, no sol, na água, na terra, nas fibras e biogás, ou seja, energia solar, energia hidráulica, energia eólica, biomassa (líquida, sólida ou gasosa) e a geotérmica<sup>131</sup>.

O Fundo Mundial para a Natureza (WWF - *World Wildlife Fund*), informa que a forma em que se produz e se utiliza a energia hoje não se considera sustentável, pois as principais fontes de combustíveis fósseis provêm do petróleo, carvão, e gás, recursos naturais finitos, que estão se esgotando em um ritmo muito acelerado, sendo os principais contribuintes para o câmbio climático e os desastres naturais, como o que recentemente aconteceu no Golfo do México com o vazamento do petróleo da empresa *British Petroleum* (BP) no oceano<sup>132</sup>, contaminando e alterando assim o estado da água (WWF/ECOFYS/OMA, Suíça, 2011, p. 13)<sup>133</sup>.

---

<sup>129</sup> Tradução própria. CONANT, J.; FADEM, P. *Guía comunitaria para la salud ambiental*. Hesperian . 1°. ed. Berkeley, California, Estados Unidos de América do Norte. 2011. Cap. 23, p. 525. Disponível em: >>[http://hesperian.org/wp-content/uploads/pdf/es\\_cgeh\\_2011/es\\_cgeh\\_2011\\_cap23.pdf](http://hesperian.org/wp-content/uploads/pdf/es_cgeh_2011/es_cgeh_2011_cap23.pdf)<<. Acesso: 17/11/2016 às 21:27hs.

<sup>130</sup> *idem, ibidem*, p. 525

<sup>131</sup> *idem, ibidem*, p. 525.

<sup>132</sup> Há cinco anos, o pior vazamento de petróleo acontecia no Golfo do México em 2010. A plataforma *Deepwater Horizon*, da petrolífera inglesa *British Petroleum* (BP), explodiu e provocou a morte de sete trabalhadores e o vazamento de cerca de 5 milhões de barris de petróleo no mar. Para se ter uma ideia do tamanho do vazamento, esse número representa quase o dobro da produção diária brasileira. Infelizmente, este desastre não foi o suficiente para que a exploração de petróleo em alto mar passasse a ser encarada como perigosa e nada segura. "Trata-se de uma atividade perigosa e arriscada que pode tirar vidas e causar danos irreversíveis ao meio ambiente. E o Brasil não está imune a esse tipo de acidente", diz Thiago Almeida, da campanha de Clima e Energia do Greenpeace Brasil. "Em fevereiro, tivemos a explosão de um navio-plataforma da Petrobras que causou a morte de nove trabalhadores. Perdemos vidas para explorar uma fonte fóssil e altamente poluente quando poderíamos investir em fontes renováveis como energia solar e eólica."

No acidente da BP, o petróleo vazou no Golfo do México durante 87 dias, se espalhou por mais de 1.500 km no litoral norte-americano, contaminou e matou milhares de animais. Os efeitos do vazamento ainda estão presentes até hoje e compostos químicos do petróleo são encontrados em animais, inclusive, em ovos de pássaros que se alimentam na região. Há também impactos socioeconômicos como a perda de dezenas de bilhões de dólares das indústrias da pesca e do turismo na costa sul dos Estados Unidos.

No mundo em desenvolvimento, a desertificação<sup>134</sup> regional e local dá-se pelo esgotamento da lenha e outras fontes de biomassa, que são utilizadas com muita frequência de forma ineficiente, o que ocasiona contaminação e milhões de mortes a cada ano. Portanto, uma fonte de energia renovável é a única saída para garantir que todas as pessoas tenham acesso à energia, e evitar catástrofes ambientais<sup>135</sup>.

Ao contrário da maioria da população mundial, alheia ao fato de que a energia é um direito básico, uma quinta parte da população mundial ainda não tem acesso à uma fonte de eletricidade confiável. Este fato reduz drasticamente suas possibilidades de receber uma educação de qualidade e ganhar a vida. Este fato quer dizer que, na medida em que o preço da energia aumentar, os pobres no mundo seguirão sendo excluídos<sup>136</sup>.

Mais de 2.700 milhões de pessoas dependem da bioenergia que provém principalmente da madeira, rejeitos de colheitas e esterco de animais,

Após o acidente, a BP se responsabilizou apenas por metade do vazamento – não indicando quem seria o culpado pelos outros tantos bilhões de litros de petróleo que foram parar no mar. A limpeza começou pouco depois do acidente e de acordo com a petrolífera, mais de US\$14 bilhões já foram gastos para mitigar os efeitos do vazamento. Em setembro de 2014, a empresa recebeu uma multa por "grave negligência ao desastre".

No Brasil, falta transparência e conhecimento das autoridades públicas sobre o que acontece com a exploração de petróleo na costa brasileira. Segundo um relatório do TCU, apenas 4% de todas as ocorrências em plataformas de petróleo entre 2009 e 2011 foram verificadas pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. "Precisamos reduzir nossa dependência e o consumo de petróleo. Uma solução é implementar medidas de eficiência energética veicular e investir em mobilidade urbana", conclui Almeida. **Fonte:** Greenpeace. **Desastre no Golfo do México completa cinco anos.** [on-line]. Disponível em: >><http://www.greenpeace.org/brasil/pt/Noticias/Pior-vazamento-de-petroleo-completa-cinco-anos><<. Acesso: 02:05hs.

<sup>133</sup> Tradução própria. WWF/ECOFYS/OMA (*World Wildlife Fund-Fundo Mundial para a Natureza/ECOFYS/Office for Metropolitan Architecture-Escritório para Arquitetura Metropolitana*). *Un futuro de energías renovables. parte 1: el informe de la energía renovable. un futuro de energías renovables: por qué lo necesitamos.* p. 13. [on-line]. Disponível em: >>[http://www.ecofys.com/files/files/wwf\\_ecofys\\_2011\\_theenergyreport\\_spanish.pdf](http://www.ecofys.com/files/files/wwf_ecofys_2011_theenergyreport_spanish.pdf)<<. Acesso: 18/11/2016 às 00:21hs.

<sup>134</sup> **Desertificação:** caracterizada como o processo de degradação da terra nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultantes das atividades humanas ou de fatores naturais (variações climáticas). Esse conceito foi elaborado durante a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação.

Esse fenômeno afeta, aproximadamente, 60.000 quilômetros quadrados de terras por ano em diversas partes do planeta. As diversas atividades humanas, realizadas de forma insustentável, têm provocado drásticas reduções da vegetação e da capacidade produtiva do solo. Entre as principais causas responsáveis pela desertificação estão: Desmatamento de áreas com vegetação nativa; Uso intenso do solo, tanto na agricultura quanto na pecuária; Práticas inadequadas de irrigação; Mineração.

As principais consequências da desertificação são: Eliminação da cobertura vegetal; Redução da biodiversidade; Salinização e alcalinização do solo; Intensificação do processo erosivo; Redução da disponibilidade e da qualidade dos recursos hídricos; Diminuição na fertilidade e produtividade do solo; Redução das terras agricultáveis; Redução da produção agrícola; Desenvolvimento de fluxos migratórios.

De acordo com o *Worldwatch Institute*, cerca de 15% da superfície terrestre sofre algum tipo de desertificação. Esse fenômeno afeta mais de 110 países, prejudicando a vida de mais de 250 milhões de pessoas. As regiões mais atingidas pela desertificação são: Oeste da América do Sul, Norte e Sul da África, Oriente Médio, Ásia Central, Noroeste da China, Austrália e Sudoeste dos Estados Unidos.

O Brasil também apresenta áreas afetadas pela desertificação. De acordo com dados do Ministério do Meio Ambiente, cerca de 13% do território brasileiro é vulnerável à desertificação, pois é formado por áreas semiáridas. O processo de desertificação atinge porções da Região Nordeste, o cerrado tocantinense e o norte de Mato Grosso.

Com o intuito de reduzir o processo de desertificação, a Organização das Nações Unidas (ONU) criou, em 1994, a Comissão contra a Desertificação, cujo principal objetivo é elaborar projetos eficazes que possam deter a expansão desse fenômeno, principalmente nos países da África.. **Fonte:** FRANCISCO, Wagner de Cerqueira e. **Desertificação.** BrasilEscola. Disponível em >><http://brasilescuela.uol.com.br/geografia/desertificacao.htm><<. Acesso: 18/11/2016 às 02:33hs.

<sup>135</sup> Tradução própria. Cf. WWF/ECOFYS/OMA (*World Wildlife Fund-Fundo Mundial para a Natureza/ECOFYS/Office for Metropolitan Architecture-Escritório para Arquitetura Metropolitana*). *Un futuro de energías renovables. parte 1: el informe de la energía renovable. la realidad energética debe ser afrontada.* p. 13. [on-line]. Disponível em: >>[http://www.ecofys.com/files/files/wwf\\_ecofys\\_2011\\_theenergyreport\\_spanish.pdf](http://www.ecofys.com/files/files/wwf_ecofys_2011_theenergyreport_spanish.pdf)<<. Acesso: 18/11/2016 às 00:21hs.

<sup>136</sup> *idem, ibidem*, p. 13.

fazendo possível a obtenção de combustível para cocções e calefação. Frequentemente, da madeira obtém-se o carvão e assim a produção de energia, portanto é obtida de maneira não sustentável, provocando erosão do solo e aumentando assim o risco das inundações, bem como ameaças à diversidade biológica e aumentando as emissões dos gases de efeito estufa. As estufas de calefação tradicionais são consideradas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como um problema significativo para a saúde, pois segundo seus estudos 2,5 milhões de pessoas (mulheres e bebês) morrem prematuramente pela inalação do seu vapor. Com muitas sociedades em vias de desenvolvimento, convertendo-se muito rapidamente em sociedades urbanas, a qualidade do ar nas cidades terá uma diminuição ainda maior<sup>137</sup>.

Combustíveis fósseis finitos, cada vez mais caros, não são a resposta para os países em desenvolvimento, muito pelo contrário. As energias de fontes renováveis oferecem o percentual para conseguir transformar a qualidade de vida e melhoria das perspectivas econômicas de milhes e milhões de pessoas<sup>138</sup>.

O fornecimento de gás e petróleo baratos e convencionais está em constante declínio, em oposição à demanda de energia, em contínua ascensão, evidenciando que a população não pode depender apenas dos combustíveis fósseis, a médio e longo prazo. Com a previsão de aumento da população nos próximos anos de cerca de 9.000 milhões de pessoas, o “*business-as-usual*”<sup>139</sup> não é uma opção. Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA) a produção das reservas de gás e petróleo cairá de ao redor de 40% a 60% no ano de 2030<sup>140</sup>.

A concorrência pelos combustíveis fósseis é uma grande tensão internacional e de conflitos até bélicos. Empresas energéticas cada vez mais estão fazendo extrações não convencionais de petróleo (plataformas em águas profundas) e gás (gás de xisto<sup>141</sup>). O petróleo das águas profundas como a de *Deepwater*

<sup>137</sup> Tradução própria. Cf. WWF/ECOFYS/OMA (*World Wildlife Fund-Fundo Mundial para a Natureza/ECOFYS/Office for Metropolitan Architecture-Escritório para Arquitetura Metropolitana*). *Un futuro de energías renovables. parte 1: el informe de la energía renovable. la realidad energética debe ser afrontada*. p. 13. [on-line]. Disponível em: >>[http://www.ecofys.com/files/files/wwf\\_ecofys\\_2011\\_theenergyreport\\_spanish.pdf](http://www.ecofys.com/files/files/wwf_ecofys_2011_theenergyreport_spanish.pdf)<<. Acesso: 18/11/2016 às 00:21hs.

<sup>138</sup> *idem, ibidem*, p. 13.

<sup>139</sup> *Business-as-usual*: faz referência ao cenário sem câmbios significativos nos padrões de consumo energético.

<sup>140</sup> Tradução própria. Cf. WWF/ECOFYS/OMA (*World Wildlife Fund-Fundo Mundial para a Natureza/ECOFYS/Office for Metropolitan Architecture-Escritório para Arquitetura Metropolitana*). *Un futuro de energías renovables. parte 1: el informe de la energía renovable. la realidad energética debe ser afrontada*. p. 14. [on-line]. Disponível em: >>[http://www.ecofys.com/files/files/wwf\\_ecofys\\_2011\\_theenergyreport\\_spanish.pdf](http://www.ecofys.com/files/files/wwf_ecofys_2011_theenergyreport_spanish.pdf)<<. Acesso: 18/11/2016 às 00:21hs.

<sup>141</sup> **Gás de xisto**: também chamado de **gás não convencional**, é um gás natural encontrado em uma rocha sedimentar porosa de mesmo nome. O gás é basicamente o mesmo que o derivado do petróleo, mas a forma de produção e o seu envólucro são diferentes. Ele se encontra comprimido em pequenos espaços dentro da rocha, o que requer a criação de fraturas por meio da pressão hidráulica, num processo conhecido como fraturamento, no interior de seu reservatório na rocha, permitindo que o gás flua e seja coletado. Tal precisão requer uma tecnologia avançada para perfurar e estimular (fraturar) as zonas que englobam o gás.

*Horizon do British Petroleum*, ou as areias betuminosas no Canadá<sup>142</sup>. Estes recursos possuem um custo sem precedentes, e não só em termos econômicos, mas também ambientais e sociais<sup>143</sup>.

Hoje tal tecnologia, aparentemente complicada e dispendiosa, está se tornando mais acessível, pois há um rápido aumento na produção de gás de xisto, especialmente nos Estados Unidos, onde ele supre cerca de um quarto das necessidades de energia. De fato, o gás de xisto mudou a matriz energética dos EUA nos últimos anos, derrubando os preços da *commodity* no mercado doméstico.

O gás de xisto é destinado principalmente ao aquecimento de casas, geração de eletricidade e aplicações diversas em fábricas. O crescimento de seu uso enfrenta dois problemas: o primeiro é a tradicional questão de modificação da matriz energética, ou seja, como fazer para avaliar os custos e uma possível perda financeira que acarretará a troca de toda a infraestrutura montada nos últimos 80 anos em torno da gasolina, desde a engenharia dos motores até à implantação de uma rede de postos que sustente o novo combustível? Provavelmente, o uso do gás de xisto vai se concentrar inicialmente em caminhões pesados com rotas regulares, que requerem poucos postos, e depois, caso seu uso seja comprovadamente benéfico, ele será usado nos outros veículos. O outro problema, é que, embora seja abundante e barato, o gás de xisto tem uma extração polêmica, pois teme-se que o processo de fraturamento hidráulico da rocha possa gerar contaminação dos lençóis freáticos, contaminando a água potável que os cidadãos consomem. O risco ambiental de extração do gás, contudo, não é maior que a produção convencional em mar, já que há a possibilidade de vazamentos.

No Brasil, as pesquisas iniciais da Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP) apontaram que as maiores incidências do gás de xisto estão nas bacias de Parecis (em Mato Grosso), Parnaíba (entre Maranhão e Piauí), Recôncavo (na Bahia), Paraná (entre Paraná e Mato Grosso do Sul) e São Francisco (entre Minas Gerais e Bahia). **Fonte:** SANTIAGO, Emerson "Gás de Xisto". InfoEscola. [on-line]. Disponível em: >><http://www.infoescola.com/energia/gas-de-xisto/><<. Acesso: 18/11/2016 às 12:50hs.

<sup>142</sup> **Areias Betuminosas do Athabasca:** As areias betuminosas são uma fonte de petróleo não convencional, com emissões de gases com efeito de estufa (GEE) 23% superiores às emissões do petróleo convencional, uma vez que o seu processo de extração implica grandes impactos ambientais.

A Europa importa *crude* (petróleo bruto pesado) para produzir derivados, sobretudo gasóleo do qual é deficitária. Nos próximos anos, o mercado europeu pode tornar-se ainda mais apetecível para importações de *crude* graças a dois fatores conjugados. Por um lado, os novos oleodutos em fase de projeto ou em construção na América do Norte, como o *Energy East* ou o *Keystone XL*, poderão transportar *crude* proveniente de areias betuminosas desde a província de Alberta no Canadá, até às refinarias da Costa Leste do Canadá e do Golfo do México nos EUA, respetivamente, e destas para a Europa. Por outro lado, os investimentos recentes de algumas empresas petrolíferas europeias na alteração das suas refinarias (como a espanhola Repsol) poderão abrir a porta ao mercado europeu para as areias betuminosas da Venezuela. O Canadá e a Venezuela são os países com as maiores reservas mundiais de areias betuminosas.

O estudo da NRDC (*Natural Resources Defense Council*/ Conselho de Defesa dos Recursos Naturais) considera apenas as importações via países da América do Norte e exclui as importações de outros países (como as areias da Venezuela) e de outras fontes não convencionais (como o petróleo de xisto, carvão líquido, etc.).

Os números do estudo apontam que, sem a revisão da Diretiva europeia sobre a Qualidade dos Combustíveis (FQD, da sigla em inglês), as importações de areias betuminosas provenientes do Canadá poderão aumentar dos 4.000 barris de petróleo por dia em 2012, para 700.000 barris de petróleo em 2020. Para o sector dos transportes, este aumento representa emissões equivalentes a colocar 6 milhões de veículos nas estradas europeias.

Adotada em 2009, a Diretiva FQD (*Fuel Quality Monitoring*/ Monitorização da Qualidade do Combustível) visava reduzir as emissões de gases com efeito de estufa (GEE) no sector dos transportes em 6% até 2020. No entanto, a Diretiva não diferencia os diferentes combustíveis fósseis, convencionais e não convencionais (como as areias betuminosas) em termos das emissões de GEE; e por outro lado, não obriga as empresas que distribuem combustíveis rodoviários a comunicar as suas emissões poluentes. Estas regras estão **ainda por decidir e implementar**, uma situação que a manter-se pode conduzir à entrada no mercado europeu de combustíveis fósseis não convencionais.

Um estudo realizado para a Comissão Europeia<sup>(3)</sup> mostra que cerca de 2,8% dos combustíveis rodoviários na Europa poderão ser produzidos a partir de *crude* de areias betuminosas da Venezuela, e 0,2% a partir de *crude* de areias betuminosas do Canadá em 2020 (o estudo da NRDC aponta, para o caso do Canadá, valores bastante superiores entre 5,3-6,7%).

Se a UE (União Europeia) não aprovar com carácter de urgência novas regras para a implementação efetiva da Diretiva FQD, as importações de areias betuminosas poderão aumentar as emissões de GEE dos combustíveis rodoviários distribuídos na UE em 2020 (um aumento de 1,5%, considerando apenas as importações do Canadá, segundo o estudo da NRDC), em vez da redução esperada de 6% imposta pela Diretiva.

A introdução de *crude* proveniente de areias betuminosas no mix de combustíveis rodoviários poderá também acarretar custos adicionais para as empresas distribuidoras de combustíveis no valor estimado de 4 mil milhões de euros por ano, que serão suportados pelos consumidores para cumprir o objetivo de redução de emissões. Para cumprir a meta, as empresas terão de recorrer a bio-combustíveis de produção agrícola, com impactos no ambiente e na produção alimentar. Este seria o pior cenário possível para a descredibilização da UE na liderança da política climática ao nível internacional. **Fonte:** Associação nacional de conservação da natureza. **Areias betuminosas do Canadá e Venezuela põem em causa metas climáticas europeias.** Disponível em: >><http://www.quercus.pt/comunicados/2014/janeiro/3316-areias-betuminosas-do-canada-e-venezuela-poem-em-causa-metas-climaticas-europeias><<. Acesso: 18/11/2016 às 13:02hs.

<sup>143</sup> Tradução própria. Cf. WWF/ECOFYS/OMA (*World Wildlife Fund-Fundo Mundial para a Natureza/ECOFYS/Office for Metropolitan Architecture-Escritório para Arquitetura Metropolitana*). *Un futuro de energías renovables. parte 1: el informe de la energía renovable. la realidad energética debe ser afrontada.* p. 14. [on-line]. Disponível em: >>[http://www.ecofys.com/files/files/wwf\\_ecofys\\_2011\\_theenergyreport\\_spanish.pdf](http://www.ecofys.com/files/files/wwf_ecofys_2011_theenergyreport_spanish.pdf)<<. Acesso: 18/11/2016 às 00:21hs.

Muitas dessas reservas encontram-se em lugares intactos no mundo, como selvas tropicais e o Ártico, que são vitais para a diversidade ecológica e onde acontecem os serviços ecossistêmicos, dos quais depende o planeta, desde a água doce até uma atmosfera sem poluição. Conseguir extrair estes recursos é muito difícil e perigoso, portanto representa um alto custo econômico para as empresas, comunidades e economias quando acontece algo errado<sup>144</sup>.

A exploração e aproveitamento de fontes não convencionais de combustíveis fósseis produzem grandes quantidades de gases de efeito estufa e contaminação química, além disso, estes dependem de demandas insustentáveis de recursos de água doce, com grandes impactos na biodiversidade e nos ecossistemas<sup>145</sup>.

#### 6.1.5.1.1. Energia Renovável

O Banco de Desenvolvimento da América Latina (CAF, 2013) têm como objetivo primordial dominar o pensamento global e os diálogos que se vinculam às políticas energéticas e a seguridade do abastecimento atual e futuro, do acesso à energia, e portanto, aos sistemas amigáveis (energias renováveis) com o ambiente natural<sup>146</sup>.

Atualmente, segundo o CAF 1,5 bilhões de pessoas não possuem acesso à eletricidade, e 2,3 bilhões de pessoas dependem da biomassa como fonte principal de energia. Estas duas realidades são inadmissíveis quando se fala da questão econômica, social, ambiental e ainda no que tange à governabilidade. Pois estas realidades são associadas às situações de pobreza que mais cedo ou mais tarde provocam conflitos sociais e políticos, a pobreza fomenta processos migratórios econômicos e políticos inviáveis, e enquanto ao energético, associasse a

---

<sup>144</sup> Tradução própria. Cf. WWF/ECOFYS/OMA (World Wildlife Fund-Fundo Mundial para a Natureza/ECOFYS/Office for Metropolitan Architecture-Escritório para Arquitetura Metropolitana). *Un futuro de energías renovables. parte 1: el informe de la energía renovable. la realidad energética debe ser afrontada*. p. 14. [on-line]. Disponível em: >>[http://www.ecofys.com/files/files/wwf\\_ecofys\\_2011\\_theenergyreport\\_spanish.pdf](http://www.ecofys.com/files/files/wwf_ecofys_2011_theenergyreport_spanish.pdf)<<. Acesso: 18/11/2016 às 00:21hs.

<sup>145</sup> *idem, ibidem*, p. 14.

<sup>146</sup> Tradução própria. CAF (BANCO DE DESENVOLVIMENTO DA AMÉRICA LATINA). *Energía: una visión sobre los retos y oportunidades en américa latina y el caribe. Aspectos sociales del Acceso a la energía. Documento de trabajo – Borrador para discusión y análisis*. 2013. p. 1. Disponível em: >>[https://www.caf.com/custom/static/agenda\\_energia/assets/caf\\_agenda\\_energiat6\\_sociales.pdf](https://www.caf.com/custom/static/agenda_energia/assets/caf_agenda_energiat6_sociales.pdf)<<. Acesso: 21/11/2016 às 01:31hs.

um consumo de biomassa que ocasiona deflorestação progressiva em certas regiões<sup>147</sup>.

Há muitos fatores que favorecem ao “gap”<sup>148</sup> de acesso a fontes modernas de energia em condições equitativas. Eles poderiam ser pelos ingressos baixos e desigualdade, ausência de recursos para a construção de infraestrutura, leis regulamentadoras e instituições de peso político muito fragilizado, e a falta de vontade e compromisso político em quanto às populações de baixa renda.

Ter acesso à energia faz parte do objetivo de conciliar uma maior inclusão social. Porém, o acesso a serviços energéticos de qualidade, como elemento chave para reduzir a pobreza, e a melhora nas condições ambientais dos grupos sociais mais vulneráveis, é um tema com pouca relevância nas políticas oficiais dos governos. Na América Latina e o Caribe, os planos nacionais de desenvolvimento, suas estratégias de redução da pobreza, e planos e estratégias energéticas, não são mencionadas na região quando se vincula à energia e pobreza, e se são mencionadas não são debatidas com profundidade<sup>149</sup>.

Na América Latina e o Caribe tem havido poucos investimentos no que refere ao acesso de serviços energéticos, e atingir metas nacionais de desenvolvimentos, redução da pobreza e a proteção ambiental<sup>150</sup>.

Apesar das altas taxas de urbanização que atingiu a região latino-americana, mais de 30 milhões de pessoas ainda não possuem energia elétrica, e destas 21 milhões são pobres (uns 73%). Porém a ausência de serviços de eletricidade e o acesso a outras fontes modernas de energia estão diretamente relacionados com a pobreza<sup>151</sup>.

Segundo Conant & Fadem (2011), as energias limpas são aquelas que podem ser produzidas com o mínimo de prejuízo tanto social, cultural, ambiental e na saúde das pessoas. A energia limpa também pode ser conhecida como

<sup>147</sup> Tradução própria. CAF (BANCO DE DESENVOLVIMENTO DA AMÉRICA LATINA). *Energía: una visión sobre los retos y oportunidades en américa latina y el caribe. Aspectos sociales del Acceso a la energía. Documento de trabajo – Borrador para discusión y análisis.* 2013. p. 1. Disponível em: >>[https://www.caf.com/custom/static/agenda\\_energia/assets/caf\\_agenda\\_energiat6\\_sociales.pdf](https://www.caf.com/custom/static/agenda_energia/assets/caf_agenda_energiat6_sociales.pdf)<<. Acesso: 21/11/2016 às 01:31hs.

<sup>148</sup> Tradução própria. **GAP:** vem do inglês, é um termo utilizado para traduzir a diferença, brecha, ou *déficit*. Utiliza-se na economia quando se refere à diferença que existe entre valores de duas magnitudes que são comparadas, ou se tiver um vácuo em algum fenômeno econômico ou social. **GAP.** *La gran enciclopedia de economía.* Disponível em: >><http://www.economia48.com/spa/d/gap/gap.htm><<. Acesso: 21/11/2016 às 03.45hs.

<sup>149</sup> Tradução própria. CAF (BANCO DE DESENVOLVIMENTO DA AMÉRICA LATINA). *Energía: una visión sobre los retos y oportunidades en américa latina y el caribe. Aspectos sociales del Acceso a la energía. Documento de trabajo – Borrador para discusión y análisis.* 2013. p. 1. Disponível em: >>[https://www.caf.com/custom/static/agenda\\_energia/assets/caf\\_agenda\\_energiat6\\_sociales.pdf](https://www.caf.com/custom/static/agenda_energia/assets/caf_agenda_energiat6_sociales.pdf)<<. Acesso: 21/11/2016 às 01:31hs.

<sup>150</sup> *idem, ibidem*, p. 1.

<sup>151</sup> *idem, ibidem*, p. 1.

energias renováveis ou sustentáveis, porque elas podem ser produzidas por meio de fontes que são inesgotáveis<sup>152</sup>.

Portanto, se conseguirmos utilizar energia de fonte renovável, reduziríamos os danos que os combustíveis fósseis e outros tipos de tecnologias contaminantes de produção energética não renovável, causam na saúde humana e também ao meio ambiente. Em virtude da utilização de energias limpas, áreas rurais, cidades grandes e fábricas, conseguem abastecer-se de eletricidade sem produzir impactos negativos. Toda produção de energia renovável tem suas vantagens e desvantagens. Além disso, cada método é resultante das condições locais, por exemplo, a intensidade do vento em determinado local, a duração e intensidade do sol, ou o volume e corrente da água no rio ou mar<sup>153</sup>.

Muitas pessoas não conseguem ter acesso à eletricidade pelo alto custo que tem, e isto também compreende as energias limpas. Porém, as pessoas estão começando a utilizar cada vez mais as energias de fontes renováveis, e enquanto ela vai se aperfeiçoando no que concerne a sua produção, ela será muito mais fácil e barata quando se fala de produção, porém a sua utilização<sup>154</sup>.

Os principais tipos de energia renovável são: a energia das ondas e marés, energia hidráulica, energia geotérmica, energia eólica, energia solar, energia de biomassa, entre outras fontes.

#### 6.1.5.1.1.1. *Energia de Biomassa ou Biogás*

Segundo Bley Jr. (2015, p. 220) para a produção energética, a reciclagem de resíduos não é um tema recente. Há vários anos, cientistas, especialistas e idealistas constatam e investigam a grande capacidade que possui o gás para gerar energia a partir do lixo.

Seguindo com a linha de tempo do Bley Jr., as primeiras informações que se tem do surgimento do biogás data do século 10 a.C., na Assíria<sup>155</sup>. Este povo utilizava o gás para esquentar banhos. Logo disso Marco Polo

---

<sup>152</sup> Tradução própria. CONANT, J.; FADEM, P. *Guía comunitaria para la salud ambiental*. Hesperian . 1<sup>o</sup>. ed. Berkeley, California, Estados Unidos de América do Norte. 2011. Cap. 23, p. 528. Disponível em: >>[http://hesperian.org/wp-content/uploads/pdf/es\\_cgeh\\_2011/es\\_cgeh\\_2011\\_cap23.pdf](http://hesperian.org/wp-content/uploads/pdf/es_cgeh_2011/es_cgeh_2011_cap23.pdf)<<. Acesso: 17/11/2016 às 21:27hs.

<sup>153</sup> *idem, ibidem*, p. 528.

<sup>154</sup> *idem, ibidem*, p. 528.

<sup>155</sup> Os povos assírios estão entre os mais proeminentes daqueles que floresceram na Antiga Mesopotâmia, isto é, na região situada entre os rios Tigre e Eufrates, onde hoje se encontram Iraque e Síria. O império dos assírios tomou enormes proporções, ocupando muitos territórios do Oriente Médio, Nordeste da África e da Ásia Menor. A civilização assíria começou a se desenvolver na região mesopotâmica conhecida como Planalto de Assur, situado no Norte, às margens do rio Tigre. Esse desenvolvimento começou por volta de 1.300 a.C., estendendo-se até o ano de 612 a.C.,

no século XIII, expõe que o chinês tampam os depósitos de rejeitos, com o propósito de geração energética, que já era falado pela literatura oriental há muitos anos atrás<sup>156</sup>.

No século XVII, Jean Baptista van Helmont de nacionalidade belga, médico e químico, demonstra que por meio da decomposição de matéria orgânica consegue-se a formação de gases inflamáveis. Por volta do ano de 1776, Alessandro Volta, físico italiano, entende que existe uma correlação muito direta entre a abundância de material alterado e a quantidade de gás gerado que se produz pela decomposição da matéria orgânica. Assim, mais tarde no ano de 1808 Humphry Davy, químico inglês, notifica que o gás metano, encontra-se nos gases provenientes da digestão anaeróbica, neste caso segundo seu estudo era de fezes de bovinos<sup>157</sup>.

Logo no século XIX precisamente no ano de 1859, surge o primeiro biodigestor elaborado na Índia na cidade de Mumbai, graças a que o biogás naquela época, conseguiu uma fase mais tecnológica. Por volta do ano 1884, Luis Pasteur, cientista francês coloca em debate a ideia na Academia de Ciências, a utilização de um gás para finalidades de aquecimento e iluminação.

Por volta do ano de 1895, chega na Inglaterra o sistema de utilização do biogás, quando o mesmo é produzido a partir do tratamento de esgoto, e assim produzir energia para lâmpadas de uma rua na cidade de Exeter. Logo na Dinamarca no ano de 1920, o gás metano que é resultante do tratamento de águas residuárias, foi utilizado para esquentar um tanque digestor<sup>158</sup>.

Por meio da evolução da microbiologia, especialmente por volta de 1930, contribuiu para a identificação e estudo das bactérias anaeróbicas e quais suas condições para que ajudem na produção do gás metano<sup>159</sup>.

O britânico Harold Bates, em 1957, converteu as fezes das galinhas em gás combustível. No ano de 1960, o biogás ganha uma grande relevância na Índia, pela utilização do combustível nas comunidades para a cocção dos seus

---

quando houve a queda do último rei. Muitos dos centros urbanos construídos pelos assírios são, hoje, redutos de grande valor histórico e arqueológico. Cidades como Nínive, Assur e Nimrod estão entre esses centros. **Fonte:** FERNANDES, C. **Civilização Assíria**. Disponível em: >><http://historiadomundo.uol.com.br/assiria/civilizacao-assiria.htm><<. Acesso: 22/11/2016 às 19:04hs.

<sup>156</sup> BLEY JR. Cícero. **Biogás: a energia invisível**. [prefácio de Leonardo Boff] – 2ª ed. rev. e ampl. São Paulo : CIBiogás. Foz do Iguaçu. ITAIPU Binacional, 2015. p. 220. Disponível em: >><https://www.matrizlimpa.com.br/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=Biogas-Energia-Invisivel.pdf><<. Acesso: 22/11/2016 às 17:36hs.

<sup>157</sup> *idem, ibidem*, p. 220.

<sup>158</sup> *idem, ibidem*, p. 220.

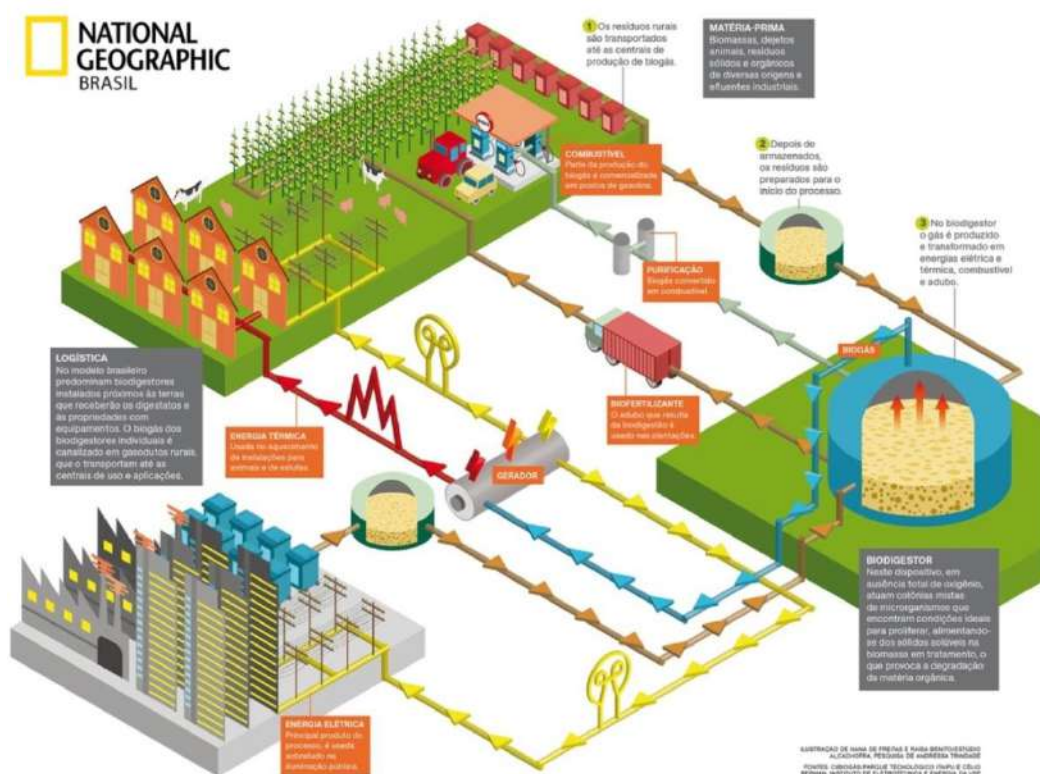
<sup>159</sup> *idem, ibidem*, p. 221.

alimentos. Mais tarde, no ano de 1980, a China segue o mesmo que a Índia, e instala vários equipamentos nas cidades<sup>160</sup>.

Portanto, os programas orientais fazem que os europeus (sobretudo os ingleses) se inspirem neles, para investir em tecnologias no decorrer década dos 80'. Uns dos motivos principais é pela grande variação com os preços do petróleo, portanto o mundo estabelece interesse em novas alternativas de fontes energéticas<sup>161</sup>.

Na atualidade, ao redor de 1.483 usinas utilizam rejeitos para produzir energia. Uns dos países líderes no *ranking* é o Japão, com 800 usinas, seguido pela Europa com 452 usinas, a China com 100 usinas e os Estados Unidos com 86 usinas de produção de biogás. Na América Latina, destacasse o Brasil<sup>162</sup>.

Imagem 14: Ciclo do Biogás.



**Fonte:** Planeta Sustentável. **Biogás feito em casa.** 2014. Disponível em: >> <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/energia/biogas-feito-em-casa-national-geographic-nova-agricultura-827800.shtml><<. Acesso: 30/11/2016 às 16:17hs.

<sup>160</sup> BLEY JR. Cícero. **Biogás: a energia invisível.** [prefácio de Leonardo Boff] – 2ª ed. rev. e ampl. São Paulo : CIBiogás. Foz do Iguaçu. ITAIPU Binacional, 2015. p. 221. Disponível em: >><https://www.matrizlimpa.com.br/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=Biogas-Energia-Invisivel.pdf><<. Acesso: 22/11/2016 às 17:36hs.

<sup>161</sup> *idem, ibidem*, p. 221.

<sup>162</sup> *idem, ibidem*, p. 221.

No estado de São Paulo, foi inaugurada no ano de 2002 uma das maiores usinas termelétricas (UTE<sup>163</sup>) produtoras de energia no mundo, proveniente do biogás. A UTE Aterro Bandeirantes, possui uma capacidade de geração de eletricidade a partir dos resíduos sólidos em média de 20 MW até o ano de 2018<sup>164</sup>.

Em 2013, o Aterro Gramacho, na Baixada Fluminense, no Rio de Janeiro, tornou-se o único que fornece biogás no mundo. Especificamente para uma refinaria de petróleo, a sua meta é atingir a produção de 70 milhões m<sup>3</sup> de biogás nos próximos 15 anos. No mesmo ano, no Brasil, constatou-se que existem 22 aterros que captam biogás a partir do lixo, abastecendo às residências desta forma de 1,67 milhões de brasileiros<sup>165</sup>.

No mês de maio de 2013, instalou-se o Centro Internacional de Energias Renováveis – Biogás (CIBiogás-ER) no PTI-BR (Parque Tecnológico Itaipú – Brasil. Este espaço é destinado a produção de energética proveniente do biogás, e é o único no continente americano na atualidade<sup>166</sup>.

Desde a antiguidade até nos dias atuais, muitos empreendimentos como forma de popularizar o uso do biogás no mundo realizou-se, pois como descrito acima na linha de tempo do Bley Jr., muitos investigadores estudaram e instaram o biogás como fonte de geração energética, e muito amigável com o ambiente, pois provém do lixo (FURTADO, 2016)<sup>167</sup>.

A **biodigestão anaeróbia** é um método que se conhece há muitos anos, este se utiliza para a produção de biogás a partir da fermentação da biomassa sem presença do ar, utilizado geralmente para cocção de alimentos, iluminação e biofertilizantes, muito populares como descrito mais acima na China e na Índia. Porém, estes países encontravam-se com pouco recurso de capital e energético, o biogás teve uma função primordial, principalmente no meio rural. Mais tarde, com crise energética por volta dos 70', o gás metano produzido nos biodigestores

---

<sup>163</sup> UTE: Instalação industrial usada para geração de energia elétrica a partir da energia liberada em forma de calor, normalmente por meio da combustão de algum tipo de combustível renovável ou não renovável. **Fonte:** Ambiente Duran. **Conceito de Usina Termelétrica de Energia - UTE.** Disponível em : >><http://www.ambienteduram.eng.br/conceito-de-usina-termelétrica-de-energia-ute><<. Acesso: 23/11/2016 às 15:55hs.

<sup>164</sup> BLEY JR. Cícero. **Biogás: a energia invisível.** [prefácio de Leonardo Boff] – 2ª ed. rev. e ampl. São Paulo : CIBiogás. Foz do Iguaçu. ITAIPU Binacional, 2015. p. 222. Disponível em : >><https://www.matrizlimpa.com.br/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=Biogas-Energia-Invisivel.pdf><<. Acesso: 22/11/2016 às 17:36hs.

<sup>165</sup> *idem, ibidem*, p. 222.

<sup>166</sup> *idem, ibidem*, p. 222.

<sup>167</sup> FURTADO, A. C. Material didático: **BIOGÁS.** Disciplina Biocombustíveis. Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Engenharia de Energias Renováveis. 2016. p. 2.

anaeróbicos, chegou ao seu apogeu, e assim despertou novamente interesse, fazendo com que a produção aumentasse nos países da Europa<sup>168</sup>.

De acordo com Furtado (2016) o Biogás é o combustível de forma gasosa, obtida pela biogaseificação de materiais orgânicos, basicamente se compõem de metano (CH<sub>4</sub>), e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), de muita utilidade para a geração de energia<sup>169</sup>.

De todas as fontes de produção energética, o biogás é a mais benéfica em quanto ao meio ambiente, pois não provoca danos como os combustíveis fósseis. Assim, o seu emprego permite que se reduzam os gases causadores do efeito estufa, e ajuda com o combate à contaminação do solo e dos lençóis freáticos. O biogás pode ser obtido da biomassa que se encontram nos rejeitos (urbanos, industriais, e agropecuários), em efluentes, quaisquer resíduos de origem vegetal ou orgânicos<sup>170</sup>.

Além disso, o biogás pode ser gerado naturalmente em qualquer lugar onde ocorra decomposição de matéria orgânica com pouca ou quase nenhuma presença de oxigênio gasoso, por exemplo, na água (mares e lagos), usinas de carvão, jazidas petrolíferas e pantanais<sup>171</sup>.

Candia, R. *et al.* (VMME, 2011) denominam a biomassa ao conjunto de matéria orgânica de origem animal, vegetal ou humano, e aos materiais que provêm de transformações naturais ou artificiais. Em especial, compreendem os resíduos resultantes de atividades agrícolas, ganadeiras, e florestais, bem como os subprodutos das agroindústrias de alimentos e indústrias florestais. Inclui além dos chamados cultivos energéticos para a produção de biomassa lignocelulose<sup>172</sup>, utilizada como energia graças a sua combustão ou gasificação<sup>173</sup>.

<sup>168</sup> FURTADO, A. C. Material didático: **BIOGÁS**. Disciplina Biocombustíveis. Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Engenharia de Energias Renováveis. 2016. p. 2.

<sup>169</sup> *idem, ibidem*, p. 2.

<sup>170</sup> *idem, ibidem*, p. 2.

<sup>171</sup> *idem, ibidem*, p. 2.

<sup>172</sup> A **lignocelulose** é composta principalmente por determinados hidratos de carbono como a celulose, que é um homopolímero que se forma pela união de moléculas de β-glucose através de ligações β-1,4-glicosídicas, e por hemiceluloses, um heteropolímero que contém principalmente xilose e arabinose. Na constituição da lignocelulose também faz parte a lignina. A lignina é uma substância amorfa, de natureza aromática e muito complexa, baseada em unidades fenilpropanóides. A lignocelulose é uma estrutura complexa na qual a celulose é envolvida por uma monocamada de hemicelulose e incorporada numa matriz de hemicelulose e lignina. A lignina cria uma barreira de proteção contra ataque enzimático. A estrutura altamente cristalina da celulose é insolúvel em água e a hemicelulose e a lignina criam uma camada protetora em torno da celulose. A estrutura da lignocelulose inibe deste modo a degradação da hemicelulose e celulose a açúcares monoméricos. Isto é um obstáculo na conversão da biomassa em biocombustível, como o bioetanol. As principais enzimas que oxidam a lignocelulose são a lacase e lignina-peroxidase. **Fonte:** MARQUES, Mara. **Lignocelulose**. >><http://www.old.knoow.net/cienterravida/biologia/lignocelulose.htm><<. Acesso: 28/11/2016 às 03:36hs.

<sup>173</sup> PARAGUAI, VMME (*Viceministerio de Minas y Energías*). **Situación de energías renovables en paraguay**. 2011. Cap 3. p. 21. Disponível em: >><http://www.ssm.gov.py/vmme/pdf/libroenergia.pdf><<. Acesso: 04/11/2016 às 07:14hs.

Quando o biogás é capturado num reservatório fechado, se consegue produzir fogo, para assim cozinhar, gerar eletricidade, aquecer o ambiente, iluminar, bombear água e colocar em funcionamento motores e equipamentos de uso agrícola<sup>174</sup>.

Ao fazer uso da matéria orgânica (dejetos humanos, animais e plantas) para a produção energética, o biogás permite a transformação de resíduos em recursos que não produzem danos ao meio ambiente e nem para a saúde das comunidades. O biogás pode-se elaborar por meio de diferentes tipos de matéria orgânica: Esterco e urina de animais; fezes e urina humana; dejetos de comida como a carne, sangue, ossos, e restos de legumes; matérias de plantas tais como rejeitos de colheitas, palha, folhas, talos e grama cortada<sup>175</sup>.

O biogás é invisível e não tem odor. Produz uma chama azul limpa ao se queimar, ao invés de utilizar combustíveis sólidos como a lenha para as cocções de alimentos, a utilização do biogás reduz a fumaça dentro da casa, evitando enfermidades e a redução da demanda de corte de árvores para conseguir combustível. O material que resta depois da produção do biogás pode ser utilizado como adubo de alta qualidade<sup>176</sup>.

---

<sup>174</sup> Tradução própria. CONANT, J.; FADEM, P. *Guía comunitaria para la salud ambiental*. Hesperian . 1°. ed. Berkeley, California, Estados Unidos de América do Norte. 2011. Cap. 23, p. 540-541. Disponível em: >>[http://hesperian.org/wp-content/uploads/pdf/es\\_cgeh\\_2011/es\\_cgeh\\_2011\\_cap23.pdf](http://hesperian.org/wp-content/uploads/pdf/es_cgeh_2011/es_cgeh_2011_cap23.pdf)<<. Acesso: 17/11/2016 às 21:27hs.

<sup>175</sup> *idem, ibidem*, p. 540-541.

<sup>176</sup> *idem, ibidem*, p. 540-541.

**Imagem 15:** Desenho de uma planta básica de biogás.



**Fonte:** CONANT, J.; FADEM, P. *Guía comunitaria para la salud ambiental*. Hesperian . 1<sup>o</sup>. ed. Berkeley, California, Estados Unidos de América do Norte. 2011. Cap. 23, p. 540-541. Disponível em: >>[http://hesperian.org/wp-content/uploads/pdf/es\\_cgeh\\_2011/es\\_cgeh\\_2011\\_cap23.pdf](http://hesperian.org/wp-content/uploads/pdf/es_cgeh_2011/es_cgeh_2011_cap23.pdf)<<. Acesso: 17/11/2016 às 21:27hs.

**Quadro 5: Vantagens e desvantagens da energia de biomassa, ou biogás.**

	Vantagens	Desvantagens
No tratamento de resíduos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Considera-se como um processo natural que trata os resíduos orgânicos;</li> <li>- Precisa de menos espaço para ser instalado, em comparação ao aterro sanitário ou compostagem;</li> <li>- Ajuda a diminuir a quantidade de resíduo a ser rejeitado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caso a biodigestão não esteja a funcionar corretamente, produz-se gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S), um gás tóxico;</li> <li>- Escolha mais cuidada do material a utilizar na construção do biodigestor, pois há formação de gases altamente corrosivos durante a formação do gás;</li> <li>- Custo inicial e possível manutenção de equipamentos.</li> </ul>
Energética	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fonte energética renovável;</li> <li>- Gera combustível de alto padrão, por meio do biogás se evita a liberação de metano na atmosfera, a qual provoca o efeito estufa.</li> </ul>	
Ambientais	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reutilização da matéria orgânica.</li> <li>- Por meio dos resíduos consegue-se produzir adubo, o qual possui alto grau de nutrientes e estão livres de micro-organismos patogênicos.</li> <li>- Reduz a quantidade de metano que vai diretamente para a atmosfera.</li> </ul>	
Económicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Custo elevado, mas numa perspectiva de longo prazo, resulta económica, visto que reduz os gastos com a eletricidade, esgoto, e rejeito de resíduo, etc.</li> </ul>	

**Fonte:** MOÇO. Eunice Alexandra dos Santos. **Projeto de uma unidade produtora de biogás.** 2012. 69 f. Dissertação (mestrado) - Instituto Politécnico de Tomar, Escola Superior de Tecnologia de Tomar. Portugal. 2012, p. 17. Disponível em: >><https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/5847/1/Eunice%20Mo%C3%A7o%20-%209380%20-%20Projeto%20de%20uma%20unidade%20produtora%20de%20biog%C3%A1s.pdf><<. Acesso: 30/11/2016 às 22:00hs.

### 6.1.6. A QUESTÃO HABITACIONAL NO PARAGUAI

Segundo Santos (2011, p. 1) o crescimento desordenado nos grandes centros urbanos e migração constante da área rural para a área urbana, faz com que déficit habitacional aumente cada vez mais, pelo que fica difícil controlá-lo, o que traz consigo uma imposição às populações fazendo com que eles mesmos tenham que solucionar seus problemas de moradias, com a autoconstrução, as quais muitas vezes são moradias sem nenhuma condição de habitabilidade, com técnicas deficientes e de baixa qualidade. As moradias em condições muito precárias e em condições insalubres como mostram na Imagem 16 e 17, favorecem

em certo grau às epidemias que se expandem muito facilmente entre as populações mais carentes, e muitas vezes isto ocasiona um transtorno no sistema de saúde.

**Imagem 16:** Residências precárias ao lado de um rio no *Bañado Sur* de Assunção.



**Fonte:** Proyecto democratización de la información. Paraguay. Disponível em: >><http://demoinfo.com.py/en-el-banado-sur-comisiones-vecinales-anuncian-la-construccion-de-muros-de-contencion/><<. Acesso: 07/12/2016 às 23:20hs.

**Imagem 17:** Toda a área do *Bañado Sur* e grande parte de Assunção, baixo água, estão expostos a uma catástrofe ambiental, pelo vertedouro *Cateura*.



**Fonte:** ABC Color. Disponível em: >><http://www.abc.com.py/edicion-impresa/locales/asuncion-esta-al-borde-de-una-catastrofe-segun-dijo-experto-1260304.html><<. Acesso: 07/12/2016 às 23:15hs.

A procura por solucionar problemas referentes à habitação de interesse social que surgiram as políticas com enfoque nas mesmas, buscando que essas moradias sejam melhoradas, mas em muitos casos, nem habitação se quer existe. Toda pessoa tem direito a possuir um lugar onde morar, que lhe brinde segurança, higiene, requisitos mínimos de conforto, respeitando a acessibilidade e que os desejos dos moradores sejam contemplados, ou seja, a suas necessidades primordiais sejam realizadas<sup>177</sup>.

A habitação exerce sua função principal que é a de abrigar as pessoas, graças ao melhoramento de habilidades e tecnologias, o homem começou a empregar novos materiais locais, os quais estão disponíveis em abundância no seu meio, fazendo que a habitação tenha um papel mais funcional. Por mais que a tecnologia tenha avançado muito, a habitação não trocou seu papel fundamental, permaneceu como a mesma é até os dias atuais, fazendo com que o ser humano se

<sup>177</sup> SANTOS, Maria Viviane Agostinho dos. **Desenvolvimento de tipologias para habitação de interesse social**. Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2011. p. 3. Disponível em: >>[http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto\\_de\\_Graduacao/2011/Maria\\_Viviane\\_Desenvolvimento%20de%20Tipologias%20para%20Habitacao%20de%20Interesse%20Social.pdf](http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto_de_Graduacao/2011/Maria_Viviane_Desenvolvimento%20de%20Tipologias%20para%20Habitacao%20de%20Interesse%20Social.pdf)<<. Acesso: 05/12/2016 às 15:45hs.

encontre libre das intempéries e dos intrusos (Abiko, 1995 *apud* SANTOS, 2011, p. 3).

A habitação é um bem durável, pode durar com a suas funções por mais de 50 anos uma vez que for construída, mas a habitação sendo até mais simples precisa de recursos econômicos, temporais ou sociais. Quando falamos de aspecto econômico refere-se ao custo para que seja executada a habitação, mas não só a habitação, pois o terreno, o projeto, os materiais para que seja construída a moradia, a execução da obra, e a manutenção devida, todos estão incluso no valor da mesma<sup>178</sup>.

Habitação de interesse social (HIS) diz a respeito de várias soluções de moradia com um enfoque primordial nas populações de baixa renda, esse termo foi utilizado sempre em estudos sobre a gestão habitacional, e atualmente é utilizado por vários órgãos junto com outros conceitos semelhantes, assim como estabelece (Abiko, 1995 *apud* SANTOS, 2011, p. 3), a seguir:

- Habitação de Baixo Custo (*low-costhousing*): termo utilizado para designar habitação barata sem que isto signifique necessariamente habitação para população de baixa renda;
- Habitação para População de Baixa Renda (*housing for low-incomepeople*): é um termo mais adequado que o anterior, tendo a mesma conotação que habitação de interesse social; estes termos trazem, no entanto a necessidade de se definir a renda máxima das famílias e indivíduos situados nesta faixa de atendimento;
- Habitação Popular: termo genérico envolvendo todas as soluções destinadas ao atendimento de necessidades habitacionais<sup>179</sup>.

Segundo o Sindicato Nacional dos Docentes das Instituições de Ensino Superior da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – ANDES/UFGRS o direito a ter uma moradia vai além de um teto e quatro paredes, pois é o direito de qualquer pessoa possuir uma moradia, onde possam se proteger tanto do frio como do calor, possuindo infraestrutura e num lugar adequado, e com um preço que as

<sup>178</sup> SANTOS, Maria Viviane Agostinho dos. **Desenvolvimento de tipologias para habitação de interesse social**. Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2011. p. 3. Disponível em: >>[http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto\\_de\\_Graduacao/2011/Maria\\_Viviane\\_Desenvolvimento%20de%20Tipologias%20para%20Habita%20de%20Interesse%20Social.pdf](http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto_de_Graduacao/2011/Maria_Viviane_Desenvolvimento%20de%20Tipologias%20para%20Habita%20de%20Interesse%20Social.pdf)<<. Acesso: 05/12/2016 às 15:45hs.

<sup>179</sup> SANTOS, Maria Viviane Agostinho dos. **Desenvolvimento de tipologias para habitação de interesse social**. Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2011. p. 3. Disponível em: >>[http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto\\_de\\_Graduacao/2011/Maria\\_Viviane\\_Desenvolvimento%20de%20Tipologias%20para%20Habita%20de%20Interesse%20Social.pdf](http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto_de_Graduacao/2011/Maria_Viviane_Desenvolvimento%20de%20Tipologias%20para%20Habita%20de%20Interesse%20Social.pdf)<<. Acesso: 05/12/2016 às 15:45hs.

peças de baixa renda consigam ter acesso e também possam ter a seguridade que não sofreram remoção das suas casas (2014, p. 1)<sup>180</sup>.

Santos (2015, p. 3) deixa claro que a habitação de interesse social, não deve ser apenas uma construção para pessoas de baixa renda, mas sim um médio que utilize tecnologia, técnicas e processos para que possam diminuir o custo delas, mas não diminuindo a qualidade das mesmas, cumprindo todas as funções do que é uma habitação qualquer.

Os projetos realizados para as habitações de interesse social pretende suprir não só a baixa capacidade que tem pessoas a acedê-las, mas também a limitação do espaço que possuem, sendo necessário não só representá-las em plantas, cortes e perspectivas, mas também fazer visível a vivência da pessoa dentro das residências<sup>181</sup>.

Muitas vezes as moradias possuem divisões de ambientes inadequados impossibilitando a realização das funções domésticas, a este somasse o mobiliário que por vezes não tem as proporções ergonômicas corretas, para que possam cumprir suas funções no dia-a-dia, o que faz com que o morador se veja incitado a modificar o projeto original da casa, por meio da autoconstrução ou mutirão, sendo assim ele o agente executor da concepção e planejamento da mesma, expandindo-a desta forma ou gerando outras multifunções, adaptando desta forma a sua necessidade atual, a isto se o conhece comumente como puxadinhos<sup>182</sup>.

Para Emídio (2006, p. 32) a noção de *habitat* provém das ciências biológicas e das ciências sociais, principalmente da antropologia, pois nela é utilizada para identificar o espaço que para o homem é vital. Outro aspecto importante a se ter em consideração é como o homem utiliza o espaço para realizar atividades, pois ele organiza-se de acordo com isso no médio físico.

---

<sup>180</sup> BRASIL, ANDES/UFRGS (Sindicato Nacional dos Docentes das Instituições de Ensino Superior/Universidade Federal do Rio Grande do Sul), 2014. p. 1. Disponível em: >><https://andesufrgs.files.wordpress.com/2014/12/portal-andes-org-brimprensanoticiasimp-inf-1436011664.pdf><<. Acesso 05/12/2016 às 15:32hs.

<sup>181</sup> SANTOS, Maria Viviane Agostinho dos. **Desenvolvimento de tipologias para habitação de interesse social**. Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2011. p. 4. Disponível em: >>[http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto\\_de\\_Graduacao/2011/Maria\\_Viviane\\_Desenvolvimento%20de%20Tipologias%20para%20Habitacao%20de%20Interesse%20Social.pdf](http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto_de_Graduacao/2011/Maria_Viviane_Desenvolvimento%20de%20Tipologias%20para%20Habitacao%20de%20Interesse%20Social.pdf)<<. Acesso: 05/12/2016 às 15:45hs.

<sup>182</sup> SANTOS, Maria Viviane Agostinho dos. **Desenvolvimento de tipologias para habitação de interesse social**. Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2011. p. 4. Disponível em: >>[http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto\\_de\\_Graduacao/2011/Maria\\_Viviane\\_Desenvolvimento%20de%20Tipologias%20para%20Habitacao%20de%20Interesse%20Social.pdf](http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto_de_Graduacao/2011/Maria_Viviane_Desenvolvimento%20de%20Tipologias%20para%20Habitacao%20de%20Interesse%20Social.pdf)<<. Acesso: 05/12/2016 às 15:45hs.

O homem fixa valores (marcados por laços afetivos e referências socioculturais) nos processos de elaboração do seu espaço, e ultrapassam visões desde a economia e política, na maioria das vezes esses conhecimentos se encontram no campo das ciências sociais<sup>183</sup>.

Para Ceniuel (1992, *apud* EMÍDIO 2006, p. 33) o *hábitat* é:

[...] o processo de organização e transformação do espaço (produção e apropriação), concretizado pelos homens e sua sociedade no grau que se materializam as atividades políticas, econômicas, sociais tecnológicas e culturais requeridas pelo conteúdo de um momento histórico, concreto incluindo as interações entre espaço material e consciência social<sup>184</sup>.

Para Callado (2006) uma moradia passa por processos de transformação física e deterioração com o passar do tempo pelo uso das pessoas que nela habitam. Então a durabilidade e transcendência do *habitat* é possível só porque está em uma constante adaptação, portanto isto faz com o que os habitantes de uma moradia a transformem e cambiem o seu *habitat*. Assim, Callado (2006) explica que o cambio e a transformação são elementos imprescindíveis na necessidade de flexibilidade, porque é o significado das construções dos assentamentos humanos duráveis no tempo.

Segundo Habraken (1979, p. 35 *apud* CALLADO 2006, p. 127) são quatro os fatores que demonstram que uma moradia precisa de flexibilidade:

- *La necesidad de identificación: los habitantes tienen la necesidad de personalizar su ambiente;*
- *La familia cambiante: la familia tiene diferentes fases y formas de vivir a lo largo del uso de la vivienda;*
- *Los cambios de estilo de vida: los cambios estructurales que sufre la sociedad conducen a nuevas adaptaciones de la vivienda;*
- *Las nuevas posibilidades tecnológicas: las nuevas tecnologías hacen que algunos espacios sean obsoletos en la vivienda (CALLADO, 2006, p. 127).*

Quais são os componentes que relacionam o morador com o seu *habitat*? Segundo Habraken (1988, p. 19-20 *apud* CALLADO 2006, p. 127) esses

<sup>183</sup> EMÍDIO, Teresa. Medio ambiente & paisagem. Teresa Emídio; coordenação José de Ávila Aguiar Coimbra. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2006. p. 32. (Série Meio Ambiente; 7).

<sup>184</sup> CENIQUEL, Mário. Paisagem e habitat, em Silvio Soares Macedo (org.), *Paisagem e ambiente*, vol. 4 da Coleção de Ensaio (São Paulo: FAU-USP, 1992), pp. 89-106.

componentes que relacionam o morador com o seu *habitat* são padrões. Define-se a padrões como componentes básicos para o *habitat*, porque fazem possível reconhecer os diferentes tipos de espaços no interior de um assentamento humano.

Para Rapoport (1978, p. 27 *apud* CALLADO 2006. p. 127-128) têm dois tipos de espaços que se podem reconhecer numa moradia, os espaços desenhados (espaços onde se podem reconhecer facilmente as regras de organização, mais claramente, as moradias formais) e os espaços não desenhados (espaços onde não se há identificado as regras de organização, ou seja, as moradias informais).

Qual o processo que deixa em evidencia a necessidade de uma flexibilização nas moradias? Segundo Callado (2006) esse processo é a adaptação, ou seja, a capacidade que o ambiente ou uma moradia tem para que seja modificado pelo homem, procurando assim a satisfação das suas necessidades como morador e buscando assim a subsistência dessas necessidades com o passar do tempo. A adaptação não só satisfaz as necessidades das pessoas, mas também faz com que se exerça liberdade sobre o meio, portanto o controle faz parte de qualquer forma de vivência num *habitat*, graças à adaptação consegue-se transformar qualquer assentamento humano<sup>185</sup>.

Conhecer o *habitat* torna possível analisar o comportamento da necessidade de flexibilidade, portanto ao reconhecer que existem padrões, comprova-se que existem processos de transformação em comum nos assentamentos humanos. O estudo da flexibilidade faz possível um melhor conhecimento das condições de qualidade de vida que se precisa para ocupar um espaço<sup>186</sup>.

No momento em que existe interesse pelo desenho de uma moradia de interesse social, é muito importante entender, como se dá essa produção de moradia no contexto da cidade, visto que esta é produzida na cidade segundo os

---

<sup>185</sup> Tradução própria. CUBILLOS, Rolando Arturo González. *Vivienda social y flexibilidad. ¿Por qué los habitantes transforman el hábitat de los conjuntos residenciales?. Revista bitácora urbano-territorial. Instituto de Investigaciones Hábitat, Ciudad y Territorio. Facultad de Artes, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.* p. 128. Disponível em: >><https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4014933.pdf><<. Acesso: 06/12/2016 às 00:19hs.

<sup>186</sup> Tradução própria. CUBILLOS, Rolando Arturo González. *Vivienda social y flexibilidad. ¿Por qué los habitantes transforman el hábitat de los conjuntos residenciales?. Revista bitácora urbano-territorial. Instituto de Investigaciones Hábitat, Ciudad y Territorio. Facultad de Artes, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.* p. 129. Disponível em: >><https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4014933.pdf><<. Acesso: 06/12/2016 às 00:19hs.

padrões de urbanização, de forma a organizar o território na cidade, caracterizando-se por ter estruturas espaciais e uma densidade<sup>187</sup>.

As formas em que uma moradia está organizada têm a ver com os tipos de padrões, e estas se dividem em três formas<sup>188</sup>:

- La **vivienda individual** es la apropiación de un territorio a partir de un lote y se limita a crear una disposición de espacios según las necesidades de los usuarios;
- La **vivienda en serie** es la apropiación de un territorio y responde a una necesidad de satisfacer un déficit de vivienda en un área específica y su producción sucede en una cantidad determinada;
- El **conjunto residencial** es una forma racional de optimizar y apropiar el territorio. Se caracteriza por estar constituido por agrupaciones de viviendas, que cuentan con zonas verdes y servicios comunitarios. Además, tienen un sistema vehicular y peatonal interno relacionado con la ciudad (CALLADO, 2006, p. 129).

### 6.1.7. HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL

Segundo a Aliança Internacional de Habitantes (AIH, 2013) a privatização dos serviços públicos; o incremento acelerado do valor das moradias; os despejos por vencimento hipotecário ou atraso por falta de pagamento do aluguel; a expansão irregular da edificação urbana, com um excesso de moradias vazias e um a extrema pressão sobre o território; a situação crítica na qual se encontram os setores com menos ingressos, as minorias e a população que é considerada como ilegal; as remoções massivas por conflitos armados ou desenvolvimento de megaprojetos, são algumas das manifestações na atualidade do problema de moradia; no marco das políticas públicas desenvolvidas com o enfoque do Estado como meio facilitador e subsidiário da iniciativa privada<sup>189</sup>.

Para a Aliança Internacional de Habitantes (2013, p. 4) a moradia como mercadoria tem enriquecido a uns poucos a custa do sofrimento da maioria populacional e têm intensificado a crise habitacional, que segundo o AIH, no ano de 2013 afetava a mais de 1.000 milhões de pessoas sem um teto, ou que moram em moradias inadequadas, o que aumentará a mais do que já existem em 700 milhões

<sup>187</sup> *idem, ibidem*, p. 129.

<sup>188</sup> *idem, ibidem*, p. 129.

<sup>189</sup> Tradução própria. AIH (Aliança Internacional de Habitantes). **Políticas alternativas de vivienda en américa latina y el caribe**. Un paso más en el proceso de construcción de la vía urbana y comunitaria hacia un pacto social urbano alternativo. Cooperativa Chilavert, Buenos Aires, Argentina, 2013, p. 4. Disponível em: >><http://esp.habitants.org/content/download/215740/2752323/file/Pol%C3%ADticas%20alternativas%20de%20vivienda%20en%20Am%C3%A9rica%20Latina%20y%20El%20Caribe.pdf><<. Acesso: 07/12/2016 às 23:37hs.

até o ano de 2020. A moradia como mercadoria tem sido a causa do auge imobiliário e da crise financeira mundial.

Segundo o PLANHAVI (2011, p. 18) os processos de configuração territorial nas últimas décadas no Paraguai caracterizaram-se pela expansão aberta das atividades produtivas e residenciais, onde as dinâmicas socioeconômicas são as causantes de como se configura o território por meio da população, da produção, da infraestrutura, e os serviços, que compreendem territórios regionais e sub-regionais, atravessando assim limites de municípios e estados.

O País vem passando por transformações dentro do seu território, que para o PLANHAVI são um desafio muito complexo, demarcado pelo grande crescimento da população, câmbios na estrutura demográfica, processos migratórios, intensificação das atividades produtivas, ampliação da estrutura viária, aumento e diversificação das organizações civis, e a debilidade das instituições estatais centrais e descentralizadas, para conseguir responder as demandas da sociedade e aproveitamento das oportunidades do entorno<sup>190</sup>.

Pela falta do ordenamento territorial e da planificação urbano-rural, as atividades e a população se vêm muito afetadas, pois se distribuem de uma maneira muito desequilibrada. Pela falta de uma regulação pública, os interesses particulares predominam na organização do territorial da vida social, fazendo desta maneira que se contribua com a exclusão social, aumentando assim o déficit habitacional.

O Estado com o agente regulador das dinâmicas socioeconômicas do país, tem um papel débil institucionalmente, pois é incapaz de atuar, fazendo com que os que possuem mais poder, possam dispor de maiores margens de ação para poder conseguir seus interesses particulares e setoriais, gerando e produzindo assim inequidades sociais, tanto no médio urbano e no rural.

Nas regiões metropolitanas de Assunção e Cidade do Leste, há o maior déficit habitacional no que se refere à melhoria e ampliação das moradias as mesmas encontram-se localizadas no médio urbano. O *déficit* qualitativo (ampliação ou melhoria) representa 1.198.479 moradias e o quantitativo (demanda de novas habitações) 171.211 moradias, somando no total o *déficit* a nível País para o ano de

---

<sup>190</sup> Tradução própria. PARAGUAI, SENAVITAT (*Secretaría Nacional de la Vivienda y Hábitat*). PLANHAVI (*Plan Nacional de Hábitat y Vivienda del Paraguay*). Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), Assunção, Paraguai, 2013, p. 18. Disponível em: >><http://www.senavitat.gov.py/sitioplanhavi/wp-content/uploads/sites/3/2012/09/15.1-Planhavi.pdf><<. Acesso: 25/10/2016 às 18:26hs.

2016 é de 1.369.690 moradias, segundo a projeção do *déficit* habitacional 2011-2020 da SENAVITAT (2011, p. 19). Portanto, a demanda de moradia, segundo o PLANHAVI, é mais substancial no médio urbano, pela maior concentração em ambas as regiões metropolitanas de Assunção e Cidade do Leste. A nível nacional predomina a necessidade de ampliação das moradias rurais sobre as urbanas<sup>191</sup>.

As habitações paraguaias que possuem serviço de água potável provido pela ESSAP (*Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay*) ou o SENASA (*Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental*) são de 49%, enquanto que só 11% dessa população estão conectados a uma rede de tratamento de esgoto, onde a maioria dessas pessoas é da capital do país<sup>192</sup>.

Na área rural, 30 % das moradias possuem água potável provido pelo SENASA, enquanto que na área urbana chega até 61%. As residências mais carentes apelam a outras alternativas, que para eles são menos custosas da qual o estado oferece<sup>193</sup>.

No que se refere à energia elétrica, o país apresenta uma situação muito diferente, pois 97% das pessoas possuem eletricidade nas suas residências, mas as comunidades rurais carentes que se encontram isoladas, ainda não possuem dito serviço. Desde o ano de 1991, a ANDE (*Administración Nacional de Electricidad*) realizou um sistema de auto-ajuda para a eletrificação em localidades de baixa densidade populacional<sup>194</sup>.

Há lugares onde carecem de vias pavimentadas e de transporte público, mas nas áreas metropolitanas, o transporte público apresenta uma baixa qualidade e muito deficiente em quanto à cobertura espaciotemporal. Enquanto à educação e a saúde, apresentam um alto grau de *déficit* no país todo, tanto em recurso humano como em infraestrutura, tanto que nas cidades de fronteira, uma porcentagem considerável de paraguaios deslocam-se aos centros educativos e de saúde argentinos e brasileiros<sup>195</sup>.

---

<sup>191</sup> Tradução própria. PARAGUAI, SENAVITAT (*Secretaría Nacional de la Vivienda y Hábitat*). PLANHAVI (*Plan Nacional de Hábitat y Vivienda del Paraguay*). Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), Assunção, Paraguai, 2013, p. 19. Disponível em: >><http://www.senavitat.gov.py/sitioplanhavi/wp-content/uploads/sites/3/2012/09/15.1-Planhavi.pdf><<. Acesso: 25/10/2016 às 18:26hs.

<sup>192</sup> *idem, ibidem*, p. 20.

<sup>193</sup> *idem, ibidem*, p. 20.

<sup>194</sup> Tradução própria. PARAGUAI, SENAVITAT (*Secretaría Nacional de la Vivienda y Hábitat*). PLANHAVI (*Plan Nacional de Hábitat y Vivienda del Paraguay*). Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), Assunção, Paraguai, 2013, p. 19. Disponível em: >><http://www.senavitat.gov.py/sitioplanhavi/wp-content/uploads/sites/3/2012/09/15.1-Planhavi.pdf><<. Acesso: 25/10/2016 às 18:26hs.

<sup>195</sup> *idem, ibidem*, p. 20.

No médio rural, as condições ambientais relacionadas a problemas com a moradia e o *habitat*, se resumem em duas vertentes principais: a deflorestação e a degradação dos recursos naturais, principalmente, os bosques, solo, e águas subterrâneas, pelo modelo de produção pouco sustentável que há na localidade, e afetam diretamente à população que utiliza estes recursos como médio de vida<sup>196</sup>.

Em áreas urbanas os principais problemas são a qualidade do ar, causada pelas fontes móveis, das plantas industriais, os odores e barulhos. Muitas áreas vazias são propícias ao lançamento de lixos, o esgoto jogado na rua e rios, e pela ubiquação inadequada do poço negro, causando situações de insalubridade, que contaminam o lençol freático<sup>197</sup>.

## 6.1.9. ANÁLISE DE REFERÊNCIAS

### 6.1.9.1. PRODUÇÃO ENERGÉTICA PELO ESGOTO

Para Pistonesi, C.; Haure. J. L.; D'Elmar, R. (2010) informam que há muitas possibilidades para que o custo da energia utilizada seja reduzido num processo de tratamento de águas residuárias. Porém há de se considerar a implementação de métodos de eficiência energética nas plantas de tratamento de esgoto, porque este processo representa a maioria das vezes dos 25 aos 50% de pressuposto para operação de uma planta. Alguns processos consomem mais energia que outros, portanto deveriam receber uma atenção mais precisa, uns deles seriam, por exemplo, numa planta de lodos aditivados, a fase biológica representa dos 30 aos 80% de custos energéticos na mesma.

Os processos de fermentação anaeróbica que produzem metano, sempre têm sido usados pelo homem para o tratamento de esgoto (fossas sépticas), e servem tanto para tratar esgotos domésticos em pequenas comunidades, como resíduos da indústria alimentar ou da agricultura. Com o passar do tempo, estes sistemas simplificados de tratamento têm evoluído e ultrapassaram os chamados digestores em uso, na estabilização do efeito do lodo resultante da sedimentação primária e do tratamento biológico aeróbio de esgoto (ANDREOLI, C. V.; VON SPERLING, M.; FERNANDES, F. 2001).

---

<sup>196</sup> *idem, ibidem*, p. 21.

<sup>197</sup> *idem, ibidem*, p. 21.

A digestão anaeróbia para processar o lodo do esgoto, produz o metano, que consegue ser queimado para a produção de combustível, porém capturando o gás do biodigestor, consegue-se produzir calor e eletricidade, através da cogeração. Também, instalando uma turbina para a geração de eletricidade na descarga de efluentes, consegue gerar energia hidroelétrica. Nas plantas onde o fluxo do esgoto é de 57 milhões de litros (15 mil galões) diários, e com uma queda vertical de 5 m, pode ser uma grande requerente à geração de energia hidroelétrica pelo esgoto, com uma geração aproximada de 24 kW<sup>198</sup>.

6.1.9.1.1. Scaling a Biodigester Ascendant Flow for Biogas Production via Sewer and Solid Waste (Dimensionamento de um fluxo ascendente biodigestor para produção de biogás através do esgoto e lixo sólido. Estudo de caso implementando um upflow anaerobic sludge blanket - reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB-RAFA), em um condomínio residencial em Foz do Iguaçu - Paraná).

Segundo Silva, J. R. da. *et. al.* (2016, p. 1) os rejeitos dos tubos do esgoto e lixo urbano, precisam de tratamento antes da sua disposição final no meio ambiente, para evitar a contaminação do solo, lençóis d'águas, e propagação de doenças. Embora possua mau cheiro e serem fortes poluidores, estes rejeitos, além disso, contribuem para o efeito estufa, pela sua composição nos gases quando estes passam a se decompor. Estes gases possuem uma alta concentração de gás metano, o qual favorece para que seja produzido o biogás, o qual pode ser convertido em energia térmica ou elétrica.

Assim Silva, J. R. da. *et. al.* (2016, p. 1) descreve que nos últimos anos, o Brasil passou por um crescimento populacional instável, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) entre o ano de 2000 e 2013, o número de residências era de 62,8 milhões, e só 64,3 % possuíam tratamento de esgoto. Quase 1 milhão do total de residências, encontram-se em cidades ou condomínios residenciais, fazendo com que o as cidades passem por uma descentralização, pelo aumento do número de residências em conjuntos habitacionais, que na atualidade são oferecidos modelos residenciais para as regiões metropolitanas (mas

---

<sup>198</sup> PISTONESI, C.; HAURE, J. L.; D'ELMAR, R. *Energía a partir de las aguas residuales*. Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional – edUTecNe. 2010. p. 3. Disponível em: >>[http://www.edutecne.utn.edu.ar/energia\\_aguas\\_residuales/energia\\_aguas\\_residuales.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/energia_aguas_residuales/energia_aguas_residuales.pdf)<<. Acesso: 08/11/2016 às 03:21hs.

anteriormente só oferecido para famílias de alto padrão econômico) pois buscam uma maior segurança e tranquilidade, em comparação às grandes metrópoles, que possuem um ritmo muito agitado.

Com tudo isso, a reconfiguração da cidade, é muito mais complexa, visto que pela dispersão urbana com o meio rural, desenvolve uma problemática na questão de abastecimento dos serviços públicos, como a coleta de lixo e tratamento de resíduos sanitários. Outras das evidências dos impactos que podem causar o crescimento desordenado, como por exemplo, o atraso nas definições das leis que regem o saneamento básico trazendo um entorpecimento para que possam ser aplicados os sistemas de tratamentos urbanos e coleta de resíduos<sup>199</sup>.

Em 2007, por meio da criação de diretrizes nacionais brasileiras, onde trata do saneamento básico especificamente na Lei nº 11.445 de 05 de janeiro do mesmo ano, e em 2010, por meio da implementação da Política Nacional Brasileira de Resíduos Sólidos pela lei nº 12.305, estas leis foram propostas com o fim de que os resíduos passem por um tratamento eficiente. Por meio destas leis, conseguiu ser implementado de uma forma maior as estações de tratamento de efluentes em indústrias e nos condomínios, além de iniciativas de coleta e lugares específicos onde possam ser depositados os resíduos sólidos. Com a especificação de exclusiva responsabilidade do setor público para a busca de soluções dos impactos ambientais que resultam pela falta de saneamento básico, estas legislações trouxeram que os grandes produtores (condomínios) buscassem realizar o descarte dos efluentes em lugares específicos, produzindo assim menos impactos e riscos à natureza, e com ao menos alguns padrões de tratamento prévio. Isso não quer dizer que todos os condomínios buscam soluções para o tratamento do esgoto, pois muitos possuem ainda sistemas arcaicos, como a fossa séptica, onde os rejeitos se depositam numa fossa, onde o conteúdo líquido presente na matéria orgânica é absorvido pelo solo, e os rejeitos sólidos são retirados mecanicamente, uma vez que estes se encontrem cheios<sup>200</sup>.

---

<sup>199</sup> Tradução própria. SILVA, J. R. da; ANDO JUNIOR, O. H.; SPACEK, A. D.; MOTA, J. M.; MALFATTI, C. F.; FURTADO, A. C. **Scaling a biodigester ascendant flow for biogas production via sewer and solid waste**. International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'16). Renewable Energy and Power Quality Journal (RE&PQJ). Madrid - Spain, 2016, p. 1-2.

<sup>200</sup> Tradução própria. SILVA, J. R. da; ANDO JUNIOR, O. H.; SPACEK, A. D.; MOTA, J. M.; MALFATTI, C. F.; FURTADO, A. C. **Scaling a biodigester ascendant flow for biogas production via sewer and solid waste**. International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'16). Renewable Energy and Power Quality Journal (RE&PQJ). Madrid - Spain, 2016, p. 2.

O Governo Federal, estados e autoridades locais do Brasil, buscam a introdução de leis que estabeleçam alternativas factíveis e adequadas de acordo com a realidade do desenvolvimento social e econômico. Dentro do Estado do Paraná, não se suprimiu a prática das licenças ambientais “eternas”, o que faz com que as propriedades sejam submetidas a periódicos trabalhos de inspeção do tratamento de resíduos<sup>201</sup>.

Foi feito um trabalho por Silva, J. R. da. *et. al.* (2016, p. 2) com o fim de analisar a implementação de um biodigestor de fluxo elevado, em um condomínio residencial na cidade de Foz do Iguaçu, no Estado do Paraná, buscando a viabilidade de implementar o biodigestor, reduzindo assim os impactos ambientais causados pelo descarte de resíduos, e utilizar o biogás gerado a partir da reação anaeróbia do material para gerar energia térmica e elétrica, tendo uma emissão mais reduzida de gases de efeito estufa.

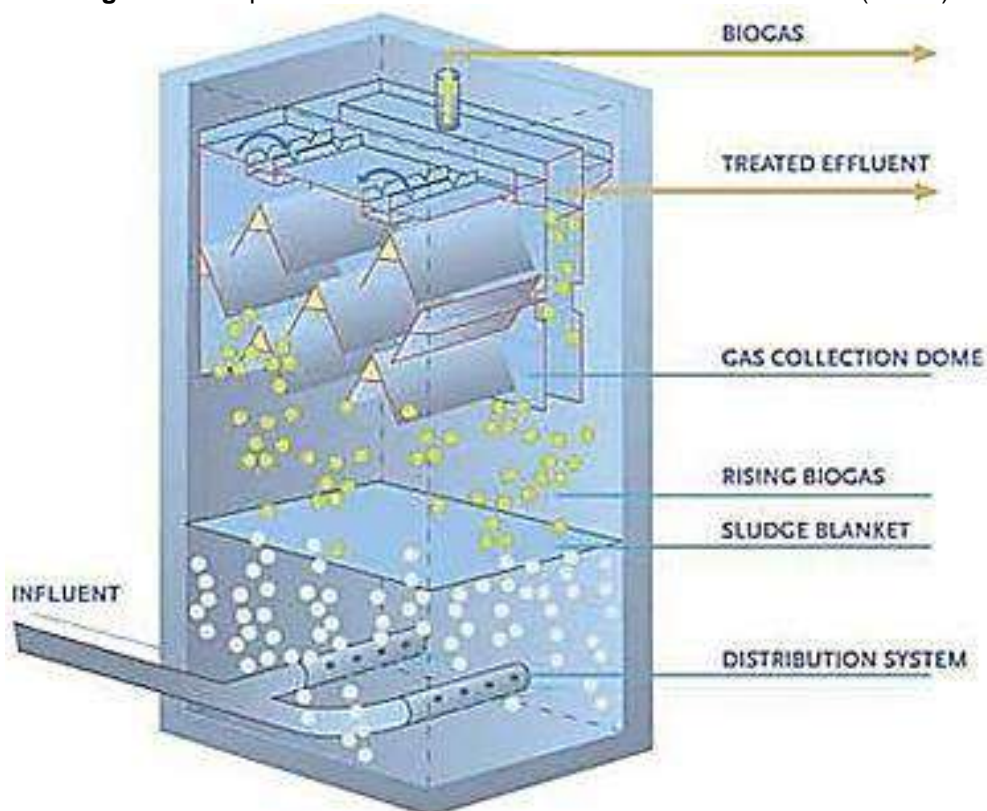
A maioria de biodigestores que se têm utilizado atualmente se caracteriza de acordo com o projeto, pois deve ser vista qual finalidade se busca, seja para a produção de fertilizante orgânico-mineral, para o tratamento de efluentes, para resíduos sólidos, ou para a geração energética. O reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB) é geralmente utilizado para concentrar grandes quantidades de biomassa<sup>202</sup>.

---

<sup>201</sup> *idem, ibidem*, p. 2.

<sup>202</sup> *idem, ibidem*, p. 2.

**Imagem 18:** Esquema de um reator anaeróbico de fluxo ascendente (UASB).



**Fonte:** IWA (The International Water Association). **Up Flow - Anaerobic Sludge Blanket Reactor (UASB)**. Disponível em: >><http://www.iwapublishing.com/news/flow-anaerobic-sludge-blanket-reactor-uasb><<. Acesso: 11/12/2016 às 01:51hs.

O UASB consiste de um tanque que possui um sistema de digestão na parte inferior e na parte superior, um decantador que funciona por meio de um sistema de separação do gás. Assim, o resíduo líquido a ser tratado é disseminado de forma uniforme no reator na parte inferior, passando por uma camada biológica de lama, transformando assim o resíduo orgânico em biogás (Nogueira, 1986 *apud* SILVA, J. R. DA. *et. al.*, 2016, p. 2).

O UASB possui uma estrutura organizada, a modo que se torne possível a separação e acumulação do gás, portanto é resultado da separação e do retorno da biomassa, impedindo por conseguinte, que o gás e os efluentes se misturem novamente. O gás que se utiliza para a produção energética se colhe na parte superior do reator, que com a sua forma estrutural cônica ou piramidal faz possível à sedimentação dos sólidos ali mesmo, pingando para as paredes e assim culminam no corpo do reator (von Sperling, 1996 *apud* SILVA, J. R. DA. *et. al.*, 2016,

p. 2). Portanto, a separar os líquido dos sólidos, não se vê prejudicada, porque as bolhas de gás não penetram na zona de sedimentação<sup>203</sup>.

Varias estações de tratamento de esgoto e digestores de resíduos orgânicos utilizam o RAFA, pois é um sistema resistente e de fácil operação, sem mencionar do baixo custo, tornando-o mais apropriado para os condomínios residenciais, não precisando de mão-de-obra qualificada<sup>204</sup>.

Produzir energia basicamente se baseia em dois tipos de resíduos: ela tubulação do esgoto residencial (águas residuárias) e o lixo. No que se refere a lixo residencial, são os resíduos orgânicos conformados pelo resto de plantas, cascas de frutas e verduras, alimentos em decomposição, estes são separados dos resíduos inorgânicos (papel, plástico, etc.), isto pode ser obtido através da coleta seletiva do lixo. Para conseguir ser implementada esta medida, precisasse que os moradores estejam conscientes e que sejam comprometidos na seleção e separação dos resíduos produzidos.

Fez-se uma estimativa no ano de 2015, a partir da quantidade de esgoto que se tinha disponível, no condomínio que foi selecionado e monitorado, para assim verificar a viabilidade da implantação do biodigestor. Este condomínio residencial, encontra-se na cidade de Foz do Iguaçu, ao oeste do Estado do Paraná, o prédio consta com 20 andares, com 8 apartamentos residenciais por cada andar, dando assim um total de 160 unidades residenciais<sup>205</sup>.

Uma pesquisa realizada pelo prédio residencial conseguiu constatar que o condomínio possui 720 habitantes, e que a media de esgoto gerado por apartamento é de  $0,64 \text{ m}^3$ . Assim, para conseguir determinar a quantidade de biogás produzido pelo esgoto, foi utilizado o fator de conversor proposto por Celho et. al. (2006), o qual é de  $0,07361 \text{ m}^3$  de biogás se consegue produzir por cada  $1 \text{ m}^3$  de água residual tratada.

Para conseguir calcular a estimativa da quantidade de esgoto gerado pelas famílias, se utilizou um referencial adotado por empresas de águas e esgoto do Brasil, a qual se compõe por um total diário de  $0,18 \text{ m}^3$  de esgoto produzido por cada pessoa. Também foi considerado, neste estudo de caso, os

---

<sup>203</sup> Tradução própria. SILVA, J. R. da; ANDO JUNIOR, O. H.; SPACEK, A. D.; MOTA, J. M.; Malfatti, C. F.; FURTADO, A. C. **Scaling a biodigester ascendant flow for biogas production via sewer and solid waste**. International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICRE PQ'16). Renewable Energy and Power Quality Journal (RE&PQJ). Madrid - Spain, 2016, p. 2.

<sup>204</sup> *idem, ibidem*, p. 2.

<sup>205</sup> *idem, ibidem*, p. 3.

restos de comida e resíduos orgânicos que produzem os moradores. Segundo o LIVRO ANUÁRIO BRASILEIRO DAS INDÚSTRIAS DE BIOMASSA E ENERGIAS RENOVÁVEIS 2012/2013, para poder produzir 1 m<sup>3</sup> de biogás deve ser consumido 13,23 kg de lixo orgânico. Uma pessoa adulta consegue produzir o equivalente a 600 g de lixo num dia, se numa cidade de 20.000 habitantes, se consegue coletar todo o lixo orgânico deles, se produziria ao redor de 12.000 kg/dia de lixo (Mara, 2003 *apud* SILVA, J. R. DA. *et. al.*, 2006, p. 3). Nas cidades pequenas, o lixo produzido por habitante se considera de 400 a 600g diários, e nos grandes centros urbanos a quantidade pode chegar até 1,5 kg por habitante diariamente (Alves; Lucon, 2001 *apud* SILVA, J. R. DA. *et. al.*, 2006, p. 3).

Para medir o biodigestor foram utilizados os cálculos de Chernicharo (2007)<sup>206</sup>:

$$V = Q \times \text{HRT}^{(207)} \quad [1]$$

O volume total do biodigestor de fluxo ascendente se determina por meio do volume calculado pela equação [1] acima, no qual foi adicionado um, para que o volume do biogás seja produzido através da biomassa utilizada<sup>208</sup>.

A área de cada módulo e a largura do reator, e a largura do modulo de biogás, são obtidos pelas equações detalhadas abaixo, [2] e [4]<sup>209</sup>.

$$A_u = \frac{V_u}{H} \quad [2]$$

$$L_1 = \sqrt{A_{\text{reator}}} \quad [3]$$

$$L_2 = \frac{A_{\text{biogás}}}{L_1} \quad [4]$$

Uma vez que todas as dimensões estejam calculadas, consegue-se definir a carga hidráulica volumétrica do biodigestor (VHC), representada na equação [5]<sup>210</sup>.

$$\text{VHC} = \frac{Q}{V} \quad [5]$$

A seguir no Quadro 9 mostram dados referentes à geração de esgoto e disposição de resíduos orgânicos do condomínio residencial, e também da

<sup>206</sup> Tradução própria. SILVA, J. R. da; ANDO JUNIOR, O. H.; SPACEK, A. D.; MOTA, J. M.; Malfatti, C. F.; FURTADO, A. C. **Scaling a biodigester ascendant flow for biogas production via sewer and solid waste**. International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'16). Renewable Energy and Power Quality Journal (RE&PQJ). Madrid - Spain, 2016, p. 3.

<sup>207</sup> HRT = Tempo de retenção hidráulica da biomassa no biodigestor.

<sup>208</sup> Tradução própria. SILVA, J. R. da; ANDO JUNIOR, O. H.; SPACEK, A. D.; MOTA, J. M.; Malfatti, C. F.; FURTADO, A. C. **Scaling a biodigester ascendant flow for biogas production via sewer and solid waste**. International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'16). Renewable Energy and Power Quality Journal (RE&PQJ). Madrid - Spain, 2016, p. 3.

<sup>209</sup> *idem, ibidem*, p. 3.

<sup>210</sup> *idem, ibidem*, p. 3.

necessidade diária do biogás para gerar energia, e por meio disso conseguiu se determinar o volume que precisa o biodigestor para a geração de biogás<sup>211</sup>.

**Quadro 6:** Geração de dados e o consumo de biogás.

	Dados residenciais	Produção de Biogás (m <sup>3</sup> diários)
Moradores	720 pessoas	
Esgoto	129,6 m <sup>3</sup>	9,53 m <sup>3</sup>
Resíduos Orgânicos	76,93 kg	5,81 m <sup>3</sup>
Consumo de gás m <sup>3</sup> de biogás	0,33 m <sup>3</sup> /dia/pessoa	237,6 m <sup>3</sup>
	0,40 kg de gás liquefeito de petróleo (GLP)	-

**Fonte:** SILVA, J. R. da; ANDO JUNIOR, O. H.; SPACEK, A. D.; MOTA, J. M.; MALFATTI, C. F.; FURTADO, A. C. **Scaling a biodigester ascendant flow for biogas production via sewer and solid waste.** International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'16). Renewable Energy and Power Quality Journal (RE&PQJ). Madrid - Spain, 2016, p. 3

Assim como se observa no Quadro 13, a produção de biogás para o consumo é ao redor de 15,34 m<sup>3</sup> por dia, e consumo médio total ao redor de 238 m<sup>3</sup> por dia na área residencial. Portanto, os autores consideram que a quantidade de biogás produzido pelo processo de produção anaeróbica de tubulação de esgoto é pequeno, com relação à demanda diária energética dos habitantes do condomínio que foi estudado. Apesar disso, implantar o biodigestor que além de contribuir à geração energética, consideram como auxiliar, porque sua produção provem de uma fonte de energia que não é poluente e, porém renovável<sup>212</sup>.

Portanto, utilizar o biogás que é gerado pelo sistema anaeróbio de digestão de esgotos e resíduos orgânicos, que se reproduz no condomínio residencial, favorece de uma forma positiva no tratamento de resíduos antes da sua disposição final, e o gás que provêm destes pode ser utilizado na geração de energia térmica.

Ainda que seja uma produção muito pequena de biogás, em comparação ao consumo, a economia que se gera pela produção do biogás no condomínio, conforme os valores atuais de gás natural, utilizando a conversão que mostra no Quadro 15, 1 m<sup>3</sup> de biogás comparando com o gás liquefeito de petróleo

<sup>211</sup> Tradução própria. SILVA, J. R. da; ANDO JUNIOR, O. H.; SPACEK, A. D.; MOTA, J. M.; MALFATTI, C. F.; FURTADO, A. C. **Scaling a biodigester ascendant flow for biogas production via sewer and solid waste.** International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'16). Renewable Energy and Power Quality Journal (RE&PQJ). Madrid - Spain, 2016, p. 3.

<sup>212</sup> *idem, ibidem*, p. 4.

(GLP), o valor seria de US\$ 230,00 aproximadamente para um mês, e US\$ 2800,00 anualmente<sup>213</sup>.

Por meio da produção diária de biogás que se produz através de resíduos por pessoas do condomínio, o dimensionamento do biodigestor se calculou pelas equações [1] e [4], que podem ser observados no Quadro 10 a seguir<sup>214</sup>.

**Quadro 7:** Tamanho do digestor para geração de biogás pelo esgoto e lixo orgânico das residências (UASB).

$A_{\text{reator}}$	26,6 m <sup>2</sup>
$A_{\text{biogás}}$	3,8 m <sup>2</sup>
$L_1$	5,2 m
$L_2$	0,8 m
V	118 m <sup>3</sup>
VHC	1,3 m <sup>3</sup> por dia

**Fonte:** SILVA, J. R. da; ANDO JUNIOR, O. H.; SPACEK, A. D.; MOTA, J. M.; MALFATTI, C. F.; FURTADO, A. C. **Scaling a biodigester ascendant flow for biogas production via sewer and solid waste.** International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'16). Renewable Energy and Power Quality Journal (RE&PQJ). Madrid - Spain, 2016, p. 4

A instalação do biodigestor acarretará benefícios como de estabilização do esgoto que é gerado no condomínio, assegurando desta forma a minimização a porção de contaminantes nas águas residuárias. Portanto, por meio deste tratamento, além de possuir vantagens ambientais, não fornece multas pela distribuição final irregular do esgoto que se geram no condomínio residencial, este valor no Estado do Paraná, pode lidar ao redor de uns US\$ 21.000, pela disposição desapropriada<sup>215</sup>.

Silva, J. R. da. *et. al.* (2016, p. 4) concluem que a implementação do biodigestor no condomínio residencial é viável, se os equipamentos e materiais que são precisos para que possa ser construído o sistema, estejam disponíveis no mercado, e a tecnologia que envolve o UASB, é considerada simples e de baixo custo, além de possuir uma fácil funcionalidade.

<sup>213</sup> Tradução própria. SILVA, J. R. da; ANDO JUNIOR, O. H.; SPACEK, A. D.; MOTA, J. M.; MALFATTI, C. F.; FURTADO, A. C. **Scaling a biodigester ascendant flow for biogas production via sewer and solid waste.** International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'16). Renewable Energy and Power Quality Journal (RE&PQJ). Madrid - Spain, 2016, p. 4.

<sup>214</sup> *idem, ibidem*, p. 4.

<sup>215</sup> *idem, ibidem*, p. 4.

Portanto, projetos de auto-geração de energia elétrica e térmica por intermédio do biogás que resultam do esgoto em condomínios residenciais, traz benefícios ambientais, tanto que diminui a liberação de gases de efeito estufa na atmosfera e a diminuição de lançamento de esgoto bruto na natureza. Porém, utilizar biogás traz economia no imóvel, desde que substituído os sistemas de gás que se utilizam comumente, pois assim se estaria gerando calor e eletricidade com o biogás<sup>216</sup>.

Por último Silva, J. R. da. *et. al.* (2016, p. 4) manifestam que por meio dos biodigestores se conseguem tratar de uma forma independente os resíduos orgânicos e esgotos, mas também podem ser expandidos em comunidades que não possuem saneamento básico adequado.

#### 6.1.9.1.2. Estudo da viabilidade de um biodigestor no município de Dourados (Mato Grosso do Sul, Brasil)

Turdera, M. V. & Yura, D. (2006) apresentam uma pesquisa realizada da cidade de Dourados (MS), sobre a viabilidade que possui a construção de um biodigestor pelo aproveitamento de rejeitos orgânicos sólidos de uma indústria de alimentos e o abatimento dos animais da cidade. O biogás e o biofertilizante como tal, são resultados que provém do biodigestor, a qual é uma tecnologia muito competitiva, que pode preencher com a demanda energética, com um baixo custo e a quase inexistente contaminação do meio ambiente.

Dourados apresenta a segunda maior população do Estado do Mato Grosso do Sul com 178.000 habitantes, caracterizada pela sua produção econômica agropecuária. Na cidade há fábricas de abatimento animal (bovinos, suínos e aves) que produzem quantidades significativas de rejeitos orgânicos sólidos.

Portanto, em Dourados o biodigestor conseguiria aproveitar todos os resíduos sólidos remanescentes que se encontram na cidade em distintas outras empresas para produzir o biogás ou biofertilizantes (todos aqueles rejeitos que são virariam lixo e que nem seriam aproveitados como adubo)<sup>217</sup>.

---

<sup>216</sup> Tradução própria. SILVA, J. R. da; ANDO JUNIOR, O. H.; SPACEK, A. D.; MOTA, J. M.; Malfatti, C. F.; FURTADO, A. C. **Scaling a biodigester ascendant flow for biogas production via sewer and solid waste**. International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'16). Renewable Energy and Power Quality Journal (RE&PQJ). Madrid - Spain, 2016, p. 4.

<sup>217</sup> TURDERA, Mirko V.; YURA, Danilo. **Estudo da viabilidade de um biodigestor , no município de Dourados**. Universidade Estadual de Mato Grosso Do Sul – UEMS. 2006, p. 1. Disponível em: >><http://www.proceedings.scielo.br/pdf/agrener/n6v1/062.pdf><<. Acesso: 10/12/2016 às 03:56hs.

Turdera, M. V. & Yura, D. (2006, p. 1), segundo sua pesquisa realizada apresentam que na cidade de Dourados há uma produção de 141 toneladas de produção de rejeitos orgânicos semanalmente. Porém, tudo esse resíduo é vendido às fábricas de produção alimentar animal, para a produção de alimento como a ração. Este ato é realizado, já que os proprietários das empresas se vêm obrigados a buscar destinos finais, com fim de evitar contaminação ao meio ambiente, assegurando-se que terão um destino final, pelo menos nos alimentos. Portanto, a maioria de rejeitos orgânicos da indústria de origem animal, tem um destino assegurado nas fábricas de rações de animais. Portanto, os autores sugerem que um biodigestor que é alimentado com rejeitos orgânicos sólidos de origem animal, possam produzir biogás e biofertilizante.

O biodigestor é uma câmara fechada, que tem a função de receber os resíduos, e ali são fermentados de forma anaeróbica (sem presença do ar), fazendo com que se produza biogás, o qual é canalizado para logo se utilizar em várias finalidades. Os Biodigestores mais conhecidos são o Indiano, como se vê na Imagem 53 (possui uma campânula que funciona como medidor do gás, onde o gás é retido, desde onde ele possa ser distribuído) e o Chinês, observado na Imagem 54 (possui uma câmara na forma de um cilindro que é utilizado para a fermentação, seu teto tem a forma de uma abóbada, onde o gás fica retido)<sup>218</sup>.

---

<sup>218</sup> TURDERA, Mirko V.; YURA, Danilo. **Estudo da viabilidade de um biodigestor , no município de Dourados.** Universidade Estadual de Mato Grosso Do Sul – UEMS. 2006, p. 2. Disponível em: >><http://www.proceedings.scielo.br/pdf/agrener/n6v1/062.pdf><<. Acesso: 10/12/2016 às 03:56hs.

Imagem 19: Biodigestor Indiano.

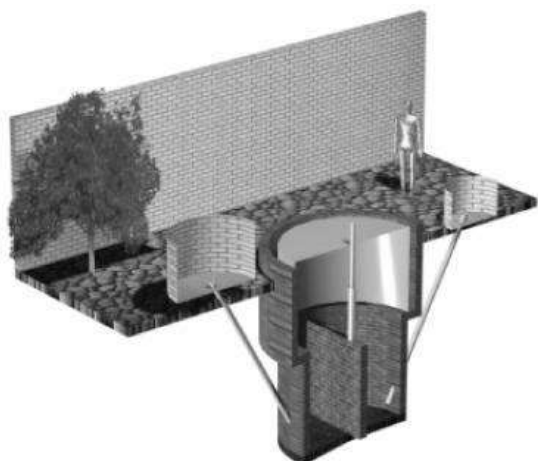
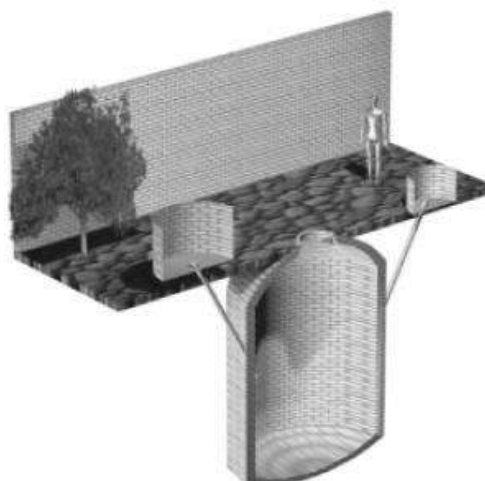


Imagem 20: Biodigestor Chinês.



**Fonte:** DEGANUTTI, R. *et. al.* **Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada.** Departamento de Artes e Representação Gráfica, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, (FAAC), UNESP - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Bauru, SP. 2002. p. 3. Disponível em: >><http://www.proceedings.scielo.br/pdf/agrener/n4v1/031.pdf><<. Acesso: 10/12/2016 às 04:28hs

**Fonte:** DEGANUTTI, R. *et. al.* **Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada.** Departamento de Artes e Representação Gráfica, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, (FAAC), UNESP - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Bauru, SP. 2002. p. 4. >><http://www.proceedings.scielo.br/pdf/agrener/n4v1/031.pdf><<. Acesso: 10/12/2016 às 04:26hs

Os biodigestores podem ser abastecidos de duas maneiras (Turdera, M. V. & Yura, D., 2006, p. 3), batelada (estes biodigestores são os que recebem cargas de matéria orgânica, que só é substituído depois de um determinado período à digestão de todo o lote) e contínua (estes biodigestores são feitos de uma forma que possam ser abastecidos diariamente, fazendo com que a matéria orgânica ingressada possa ser processada, mas também há uma saída de todo o material já processado).

O biodigestor além da produção do biogás consegue limpar os rejeitos que não conseguem ser aproveitados de alguma propriedade agrícola, gerando assim fertilizante, alguns o conhecem como poço petrolífero, fábrica de fertilizantes ou usina de saneamento, todos unificados num mesmo equipamento. Este equipamento trabalha com qualquer resíduo que se decompõe biologicamente com as bactérias anaeróbicas, praticamente todo resto de animal ou vegetal, é biomassa, portanto é capaz de fornecer biogás por meio do biodigestor. Além disso, os resíduos dos animais são o melhor alimento para os biodigestores, porque já saem dos seus organismos carregados de bactérias anaeróbicas<sup>219</sup>.

<sup>219</sup> TURDERA, Mirko V.; YURA, Danilo. **Estudo Da Viabilidade De Um Biodigestor , no município de Dourados.** Universidade Estadual de Mato Grosso Do Sul – UEMS. 2006, p. 3. Disponível em: >><http://www.proceedings.scielo.br/pdf/agrener/n6v1/062.pdf><<. Acesso: 10/12/2016 às 03:56hs.

**Quadro 8:** Valores levantados da indústria agro-alimentar de Dourados-MS.

Empresa	Quantidade de resíduos sólidos	Destino dos resíduos	Valor de venda
Avipal (Abate)	40 toneladas	Para fabricação de ração	30,0 centavos
Avipal Rações	5 toneladas	Farinheira	30,0 centavos a tonelada*
MGT Brasil	2 toneladas a cada 3 meses	Queima, 100% para o forno	-
Seara Alimentos	96 toneladas	Ração animal	-
<b>Total Resíduos</b>	<b>141 toneladas</b>		

**Fonte:** TURDERA, Mirko V.; YURA, Danilo. **Estudo Da Viabilidade De Um Biodigestor , no município de Dourados.** Universidade Estadual de Mato Grosso Do Sul – UEMS. 2006, p. 2. Disponível em: >><http://www.proceedings.scielo.br/pdf/agrener/n6v1/062.pdf><<. Acesso: 10/12/2016 às 03:56hs.

Grande parte dos resíduos animais é jogada fora, sendo que estes conseguem ser fermentados produzindo assim o biogás, que é uma fonte não-poluidora de energia. Porém, o biogás em comparação ao álcool de cana-de-açúcar e o óleo que consegue ser extraído de outros cultivos, não possuem uma competitividade em comparação com o a indústria produtora de alimentos que buscam terras disponíveis<sup>220</sup>.

O biogás pode ser obtido de resíduos agrícolas, ou dos excrementos de animais e dos homens, muito pelo contrário, ao invés de ser um fato poluidor, este favorece no saneamento ambiental. Também, esta fonte energética, consegue ser produzida do lixo urbano, dos aterros sanitários, que em países desenvolvidos já é executado, mas também em algumas cidades do Brasil. Nas áreas de produção agrícola, o biogás, consegue ser produzido através de aparelhos simples, ou seja, os biodigestores<sup>221</sup>.

O biogás, para ser produzido, depende muito da temperatura e do pH do resíduo, da concentração de nutrientes e de sólidos da solução, os biodigestores devem ter em conta a produção de resíduos e a quantidade deles que se tem em disponibilidade para conseguir abastecê-los. Portanto, o gás para que consiga ser produzido em uma ótima e velocidade, precisa de pHs entre 7 e 8, se o pH for menos a 7, a produção do gás fica paralisada. Também é preciso de

<sup>220</sup> *idem, ibidem*, p. 3.

<sup>221</sup> *idem, ibidem*, p. 3.

temperaturas ao redor de 35°, pois quando for abaixo dos 15°, a produção de gás é muito pequena<sup>222</sup>.

“A concentração de sólidos indicada é de 7 a 9 partes de sólidos em 100 partes de líquidos (para fezes bovinas, isso equivale a 4 partes de fezes bovinas misturadas a 5 partes de água)” (Turdera, M. V. & Yura, D., 2006, p.3). A velocidade que as atividades microbianas têm também é demorada se os nutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, fatores de crescimento e micronutrientes) não possuem a concentração suficiente, mas é possível a adição de uréia (encontrasse na urina dos animais) ou fertilizantes químicos que podem preencher as deficiências que podem apresentar<sup>223</sup>.

Portanto, esses fatores influenciam na quantidade de tempo a reter o material nos biodigestores, o qual determinasse pela frequência e volume com que o biodigestor se abastece diariamente (há de se lembrar de que por cada ingresso de materiais orgânicos, deve existir uma saída para a matéria já processada). O material orgânico, se ficar por mais tempo retido do que se considera ideal, a produção de gás pode sofrer diminuição, e provavelmente, o biodigestor foi hiperdimensionado. O material que fica retido com um tempo menor, terá como resultado a pasta nutritiva que sairá com mau cheiro, tornando-se foco de micro-organismos e insetos daninhos para a saúde do homem<sup>224</sup>.

O biogás possui um valor calórico de 5.000 a 7.000 kcal/m<sup>3</sup>, este varia de acordo com a sua pureza de quantia de metano que possui na mistura, podendo chegar até 12.000 kcal/m<sup>3</sup> se for altamente purificado. Assim, comparando 1 m<sup>3</sup> de biogás poder ser igual a: 0,613 L de gasolina, 0,579 L de querosene, 0,553 L de óleo diesel, 0,454 L de GLP (gás liquefeito de petróleo), 0,790 L de álcool hidratado, 1,536 kg de lenha, e 1,428 kW de energia elétrica.

Segundo Turdera, M. V. & Yura, D. (2006, p.4) o tamanho do biodigestor pode ser definido de acordo com os resíduos orgânicos, pois de acordo com este que o biodigestor deve ser construído, primeiramente deve ser ver a quantidade que se precisa na produção do biogás e segundo, a quantidade de biomassa que se tem disponível para o mesmo. Segundo os autores a Empresa

---

<sup>222</sup> TURDERA, Mirko V.; YURA, Danilo. *Estudo Da Viabilidade De Um Biodigestor , no município de Dourados.* Universidade Estadual de Mato Grosso Do Sul – UEMS. 2006, p. 3. Disponível em: >><http://www.proceedings.scielo.br/pdf/agrener/n6v1/062.pdf><<. Acesso: 10/12/2016 às 03:56hs.

<sup>223</sup> *idem, ibidem*, p. 3.

<sup>224</sup> *idem, ibidem*, p. 4.

Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) baseou-se em pesquisas realizadas no Brasil de diferentes condições, são dados genéricos, e podem sofrer variações.

O biogás necessário para realizar atividades como cozinhar (250 litros por pessoa/dia, ou seja, 0,25 m<sup>3</sup> de gás), iluminar (120 litros por lâmpada/hora, ou seja, 0,12 m<sup>3</sup> de gás), e para conseguir que um motor possa funcionar (450 litros por HP [horse-power]/hora, ou seja, de 0,45 m<sup>3</sup> de gás). Fazendo cálculos para cozinhar a 5 pessoas seria necessário de 250 litros x 5 pessoas dando um total de 1.250 litros, o equivalente a 1,25 m<sup>3</sup> de gás; também para conseguir ascender 4 lâmpadas durante 3 horas seria necessário de 120 litros x 4 lâmpadas x 3 horas dando uma quantia de 1.440 litros, ou seja, 1,44 m<sup>3</sup> de gás. No total para fazer alimentos e conseguir iluminar uma residência com esses valores de forma diária, seria necessário de 2.690 litros, equivalente a 2,69 m<sup>3</sup> de gás<sup>225</sup>.

Agora se uma família possui 5 integrantes, para o seu uso diário na cozinha precisaria de 2,10 m<sup>3</sup> de gás, para iluminação 0,63 m<sup>3</sup> de gás, para utilizar a geladeira 2,20 m<sup>3</sup> de gás, para tomar banho de água quente 4,00 m<sup>3</sup> de gás, dando num total 8,93 m<sup>3</sup> de gás diários. O que pode ser abastecido comparando com ¼ de um botijão de gás com 13 kg, podendo ser obtido com 20 a 24 bovinos, por meio do seu esterco, utilizando os biodigestores anaeróbicos<sup>226</sup>.

Portanto Turdera, M. V. & Yura, D. (2006, p.5) concluem que os resíduos orgânicos que provem destas empresas produtoras de alimentos de origem animal, já possuem um destino, nas empresas de fabricação de alimentos de ração animal ou para conseguir queimar o forno da própria empresa. Com a utilização dos resíduos orgânicos de 7,05 toneladas, o que representa um 5% que geram as empresas de abatimento animal, conseguiu-se construir um biodigestor com um diâmetro de 13 m, e uma capacidade de volume de 1.808,325 m<sup>3</sup> de gás.

Desse modo, não há interesse algum por parte destas empresas, na construção de biodigestores, pois não possui vantagens econômicas, além de possuir apelos ambientais e sociais. Também que a manutenção dos biodigestores,

---

<sup>225</sup> TURDERA, Mirko V.; YURA, Danilo. *Estudo Da Viabilidade De Um Biodigestor , no município de Dourados.* Universidade Estadual de Mato Grosso Do Sul – UEMS. 2006, p. 5. Disponível em: >><http://www.proceedings.scielo.br/pdf/agrener/n6v1/062.pdf><<. Acesso: 10/12/2016 às 03:56hs.

<sup>226</sup> *idem, ibidem*, p. 5.

precisa de mão de obra qualificada, o que faz com que a sua execução se volte inviável<sup>227</sup>.

Embora Turdera, M. V. & Yura, D. (2006, p.5) consideram que esta alternativa poderia ser viável na questão energética e econômica nos assentamentos MST (Movimentos sem Terra), pois o biodigestor atenderia à cantina da comunidade. O biodigestor traria uma contribuição imprescindível às famílias desta comunidade, melhorando sua a qualidade de vida, mas também fornecendo integração e interação entre as mesmas, onde a suas condições de morar são bastante precárias, construindo de uma forma participativa a cozinha comunitária, para fonte de alimentação e elaboração dos alimentos por meio do biogás.

Esta tecnologia deve ser vista da óptica social antes que da parte econômica, pois outorgando desenvolvimento econômico as comunidades rurais e carentes de conforto de vida moderna, traria um impacto positivo na sociedade. E concluindo os autores mencionam que para que seja possível planejar e gerenciar o emprego das energias que provêm das fontes renováveis, precisa uma junção nas tomadas de decisões entre vários departamentos, setores e instituições a nível internacional para que possam certificar as políticas de proteção dos ecossistemas<sup>228</sup>.

## 7. DESENVOLVIMENTO

### 7.1. INTRODUÇÃO

Segundo a DGEEC (*Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos*), no ano de 1945 o Estado (*Departamento*) de *Alto Paraná* ficava nos territórios de *San Pedro* e *Itapúa*, mas o Estado foi criado com a promulgação do Decreto de Divisão Política do Território da República, em julho do mesmo ano. Localizado entre as serranias do **Mbaracayú** e os rios *Paraná* e *Yacuy Guazú*, a cidade de *Hernandarias* era a capital do Estado, naquela época (PARAGUAI, DGEEC: *Atlas Censal del Paraguay 2002*, Fernando de la Mora, 2004, p. 143).

---

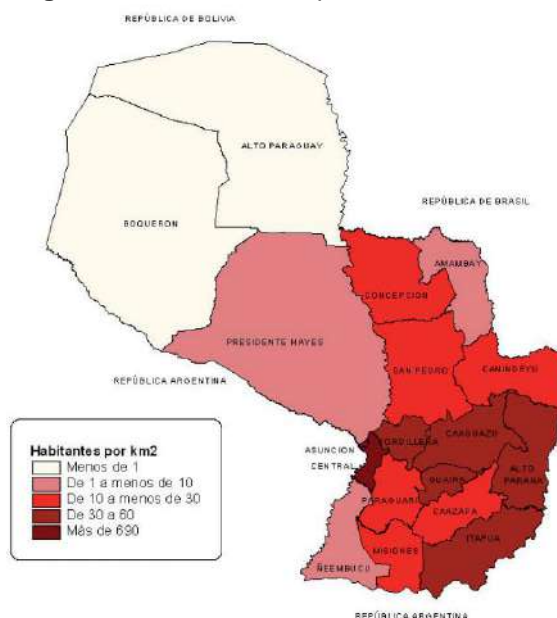
<sup>227</sup> TURDERA, Mirko V.; YURA, Danilo. *Estudo Da Viabilidade De Um Biodigestor , no município de Dourados.* Universidade Estadual de Mato Grosso Do Sul – UEMS. 2006, p. 5. Disponível em: >><http://www.proceedings.scielo.br/pdf/agrener/n6v1/062.pdf><<. Acesso: 10/12/2016 às 03:56hs.

<sup>228</sup> *idem, ibidem*, p. 6.

Também por mérito a política chamada “*Marcha hacia el Este*”, a intensiva colonização agrícola que foi iniciada nos 60’, a construção da estrada internacional pavimentada, a Ponte Internacional da Amizade sobre o rio Paraná, a abertura de um porto franco no Atlântico, possibilitou que os mercados mundiais chegassem ao país, e também a construção das represas *Acaray* e *Itaipú* Binacional, por meio destes fatores que o *Alto Paraná*, teve sua grande impulsão socioeconômica, e uma grande concentração da população. Logo, com a Lei nº 406, da Divisão Territorial no ano de 1973, a cidade chamada Presidente Stroessner, passou a ser a capital do Estado, só adquiriu o nome de Cidade do Leste depois da queda da Ditadura de Alfredo Stroessner, no ano de 1989<sup>229</sup>.

O Estado de *Alto Paraná* está localizado na região Oriental, a 327 km de Assunção, entre os paralelos 24°30' e 26°15' de latitude sul, e nos meridianos 54°20' e 55°20' de longitude oeste. Seus limites são ao norte com o Estado de *Canindeyú*, ao oeste com *Caaguazú* e *Caazapá*, ao sul com *Itapúa*, ao este com o rio Paraná, que divide ao país do Brasil e da Argentina<sup>230</sup>.

**Imagem 21:** Densidade Populacional a nível Pais.



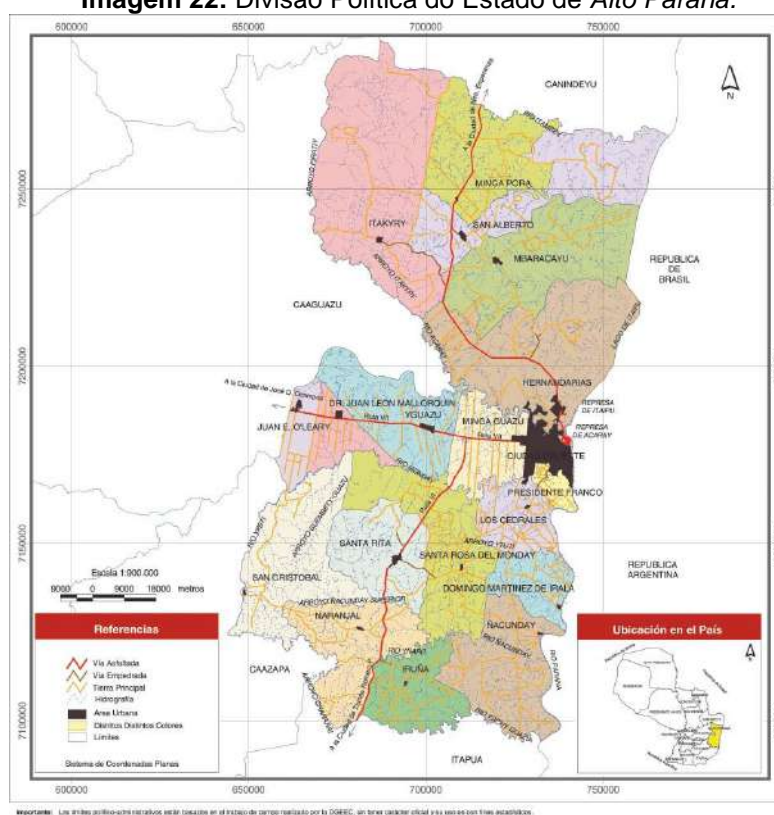
Fonte: PARAGUAI, DGEEC: *Compendio Estadístico 2012*, Fernando de la Mora, 2013. p. 22. Disponível em: >><http://www.dgeec.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/compendio2012/Compendio%20Estadistico%202012.pdf><<. Acesso 12/12/2016 às 03:35hs.

<sup>229</sup> PARAGUAI, DGEEC: *Atlas Censal del Paraguay 2002*, Fernando de la Mora, 2004, p. 143. Disponível em: >><http://www.dgeec.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/Atlas%20Censal%20del%20Paraguay/13%20Atlas%20Alto%20Parana%20Censo.pdf><<. Acesso: 11/09/2016 às 00:15hs.

<sup>230</sup> *idem, ibidem*, p. 143.

*Alto Paraná* possui uma extensão territorial de 14.895 km<sup>2</sup>, e a densidade populacional para o ano de 2002 era de 38 habitantes por cada km<sup>2</sup>, já no ano de 2012 a densidade aumentou para 52,8<sup>231</sup> habitantes por cada km<sup>2</sup>, como se observa na Imagem 55. Divide-se em 19 distritos. A quantidade populacional do Estado no ano de 2002 era de 558.672 habitantes, e Cidade do Leste possuía 222.2274 habitantes<sup>232</sup>. Hoje, *Alto Paraná*, segundo a projeção da população da DGEEC, para o ano de 2016 é de 785.066 habitantes, e Cidade do Leste apresenta 293.817 habitantes<sup>233</sup>.

**Imagem 22:** Divisão Política do Estado de *Alto Paraná*.



**Fonte:** PARAGUAI, DGEEC: *Atlas Censal del Paraguay 2002*, Fernando de la Mora, 2004, p. 145. Disponível em: <http://www.dgeec.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/Atlas%20Censal%20del%20Paraguay/13%20Atlas%20Alto%20Parana%20censo.pdf><<. Acesso: 11/09/2016 às 00:15hs

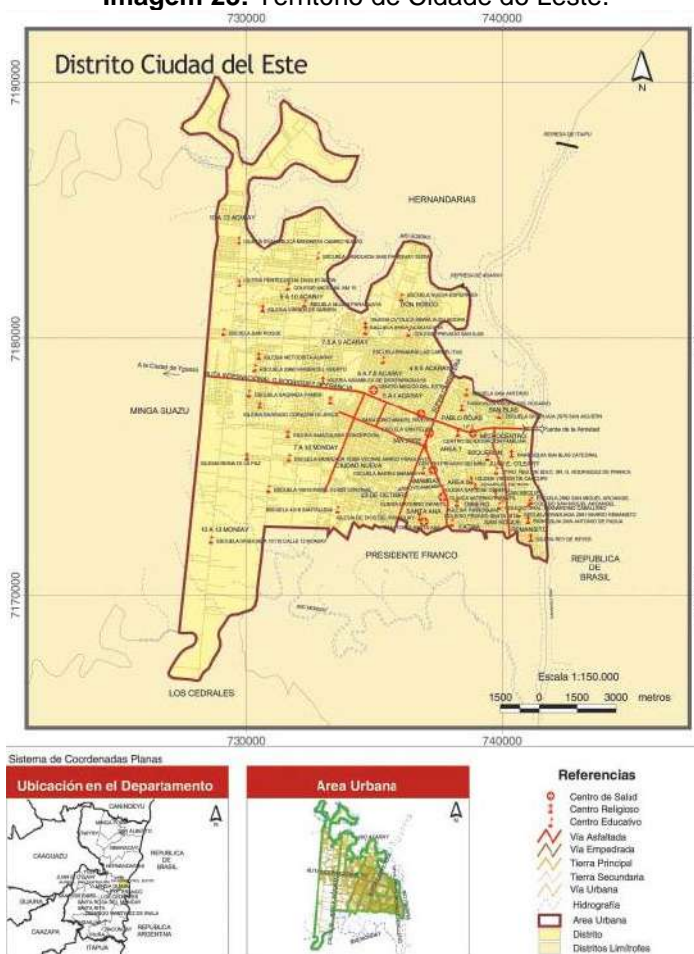
<sup>231</sup> PARAGUAI, DGEEC: *Compendio Estadístico 2012*, Fernando de la Mora, 2013. p. 21. Disponível em: <http://www.dgeec.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/compendio2012/Compendio%20Estadistico%202012.pdf><<. Acesso: 12/12/2016 às 03:35hs.

<sup>232</sup> PARAGUAI, DGEEC: *Atlas Censal del Paraguay 2002*, Fernando de la Mora, 2004, p. 144. Disponível em: <http://www.dgeec.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/Atlas%20Censal%20del%20Paraguay/13%20Atlas%20Alto%20Parana%20censo.pdf><<. Acesso: 11/09/2016 às 00:15hs.

<sup>233</sup> PARAGUAI, DGEEC. *Proyección de la población por sexo y edad, según distrito, 2000-2025. Revisión 2015*, Fernando de la Mora. p. 35. Disponível em: <http://www.dgeec.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/proyeccion%20nacional/Proyeccion%20Distrital.pdf><<. Acesso: 11/09/2016 às 00:15hs.

Cidade do Leste (CDE) unifica-se a Foz do Iguaçu por meio da Ponte Internacional da Amizade, a qual possui uma longitude de 552m. Esta posse é atravessada diariamente, por 15.000 pessoas aproximadamente, e hoje representa só a metade do que circulavam nos inícios dos 90's. Mas, além disso, o comercio continua sendo a principal atividade da cidade, e o Brasil é o mercado mais importante.

**Imagem 23:** Território de Cidade do Leste.



**Fonte:** PARAGUAI, DGEEC: *Atlas Censal del Paraguay 2002*, Fernando de la Mora, 2004, p. 147. Disponível em: <http://www.dgeec.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/Atlas%20Censal%20del%20Paraguay/13%20Atlas%20Alto%20Parana%20censo.pdf><<. Acesso: 11/09/2016 às 00:15hs.

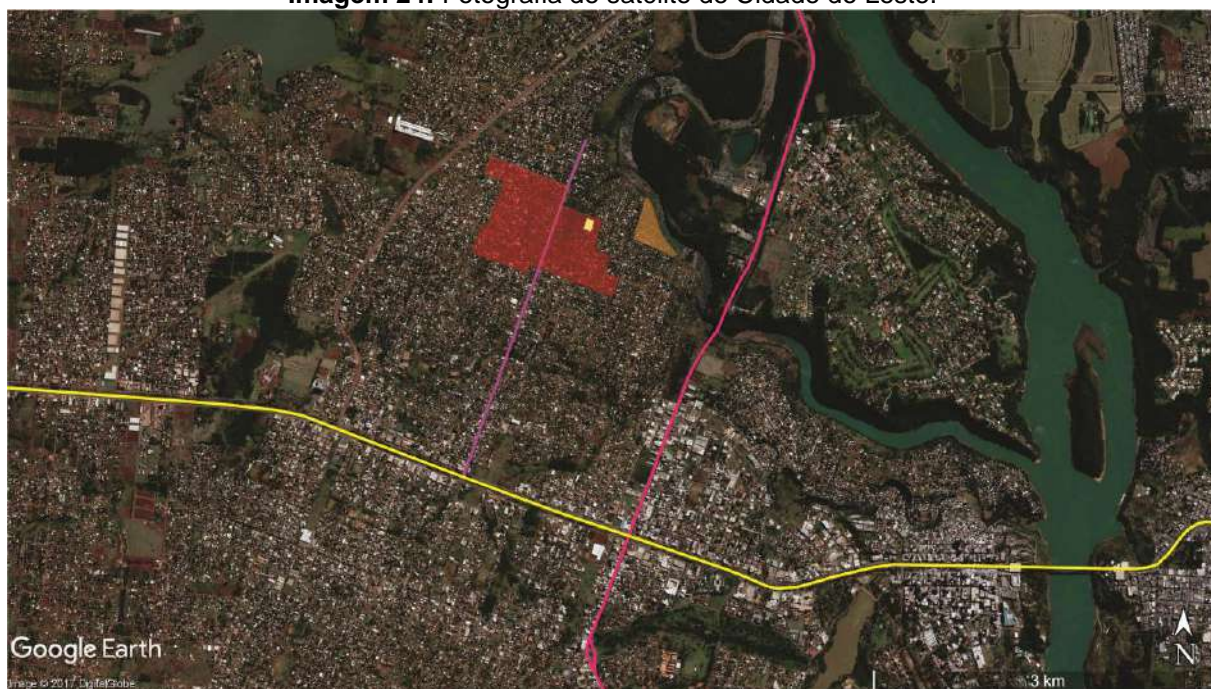
## 7.2. ETAPAS DE DISCUSSÃO

Fazendo um recorte na cidade, a fim de se atender a uma população mais reduzida, visto que a cidade é uma metrópole com 293.817 habitantes segundo

a projeção da população da DGEEC<sup>234</sup>, foram selecionadas para a elaboração do projeto de TCC II os assentamentos *San Valentín*, *Belén* e *Mariscal López* marcado em vermelho, como se observa na Imagem 56, localizado no *Bairro Che La Reina* de Cidade do Leste – Paraguai.

O bairro *Fortín Toledo* (Imagem 24) se encontra há km 5/2, da ponte Internacional da Amizade, sendo mais preciso como se observa abaixo na Imagem 24, ao norte da Av. *Dr. José Gaspar Rodríguez de Francia* (amarelo) intersectando-se com a Av. *Mariscal López* (rosa), chegando até a Av. *Bicentenario* (roxo) do Bairro La Blanca e do Bairro *Fortín Toledo* km 5/2, estes bairros encontram-se conurbados, o qual dificulta a leitura de localização exata dos bairros e assentamentos mencionados acima.

**Imagem 24:** Fotografia de satélite de Cidade do Leste.



	Área de projeto		Av. Dr. José Gaspar Rodríguez de Francia		Av. Mariscal López		Av. Bicentenario		Área das lagoas anaeróbias		Escola San Marcos
---	-----------------	---	--	---	--------------------	---	------------------	---	----------------------------	---	-------------------

**Fonte:** Google Maps, 2016. Disponível em: >><https://www.google.com.br/maps/place/Cdad.+del+Este,+Paraguay/@-25.4933275,-54.7410842,22812m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x94f68499feb6b1d1:0xce33cb9eeb700b1e!8m2!3d-25.5085286!4d-54.6753231><<. Acesso: 12/12/2016 às 20:18hs. Editado pelo autor.

<sup>234</sup> PARAGUAI, DGEEC. *Proyección de la población por sexo y edad, según distrito, 2000-2025. Revisión 2015, Fernando de la Mora.* p. 35. Disponível em: >><http://www.dgeec.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/proyeccion%20nacional/Proyeccion%20Distrital.pdf><<. Acesso: 11/09/2016 às 00:15hs..

Uns dos motivos pelo qual foi escolhido os assentamentos *San Valentin*, *Belén* e *Mariscal López*, para a visita de campo é por encontrar-se em uma área com bastante precariedade pela falta infraestrutura urbana, tanto pavimentação da rua, iluminação, canalização das águas pluviais, e calçadas padronizadas, e por estar nas imediações do bairro *Fortín Toledo* como podemos observar na Imagem 25, abaixo.

Na imagem 26, podemos olhar no horizonte o centro da cidade, fazendo contraste com o assentamento de *Belén* e *Mariscal López*.

**Imagem 25:** Rua sem infraestrutura viária.



**Fonte:** Fotografia tirada pelo autor.

**Imagem 26:** Paisagem urbana.



**Fonte:** Fotografia tirada pelo autor.

Ingressando já para o assentamento *Mariscal López*, onde foi realizada a visita de três moradias, com o fim de saber dados de infraestrutura das residências e do bairro, como de canalização de água, disposição final do esgoto, coleta do lixo, e luz elétrica.

A primeira residência visitada foi da Sra. Elizabeth Villar, que nos permitiu amavelmente o ingresso a sua casa. Na Imagem 27, podemos observar a sua residência, que se encontra numa área bastante acidentada, e quando chove, as águas pluviais passam pela frente e dentro da sua casa com muita força, pela inclinação do terreno como se observa nas Imagens 28 e 29, sendo que sem a canalização correta das águas, traz vários problemas à população do assentamento. Assim como a Sra. Elizabeth teve que colocar uma pontezinha de madeira em frente da sua residência para conseguir ingressar, quando chove, como constata na Imagem 30.

**Imagem 27:** Residência da Sra. Elizabeth, onde se vê a inclinação que possui o terreno.



**Fonte:** Fotografia tirada pelo autor.

**Imagem 28:** Residência da Sra. Elizabeth consegue se distinguir o desnível que há entre onde está localizada a caixa d'água e a cadeira.



**Fonte:** Fotografia tirada pelo autor.

**Imagem 29:** Greta que faz água quando passa em temporada de chuva.



**Fonte:** Fotografia tirada pelo autor.

**Imagem 30:** Adaptação da residência para conseguir passar pelo buraco que deixa a água.



**Fonte:** Fotografia tirada pelo autor.

Também a Sra. Elizabeth, nos explicou que possuem banheiro “moderno”, ou seja, a instalação de sanitário, pia e chuveiro, com água corrente (imagens 31 e 32), e pra onde vai o esgoto, pois é utilizada uma fossa séptica, como disposição final dos efluentes, como se observa nas imagens 33 e 34.

**Imagem 31:** Banheiro da Sra. Elizabeth.

**Fonte:** Fotografia tirada pelo autor.

**Imagem 32:** Banheiro da Sra. Elizabeth.

**Fonte:** Fotografia tirada pelo autor.

**Imagem 33:** Fossa séptica por fora, com bastante umidade.

**Fonte:** Fotografia tirada pelo autor.

**Imagem 34:** Rochas retiradas de onde iria ser implantada a fossa séptica, e ao mesmo tempo foram utilizadas pra colocar dentro como uma trama de revestimento.

**Fonte:** Fotografia tirada pelo autor.

Logo a segunda residência (imagem 41) visitada foi da Sra. Reina González, que conversando a respeito de qual a disposição do esgoto na sua residência, nos explicou que possuem banheiro, com canalização da água, do

chuveiro (Imagem 35), sem pia (Imagem 36), e o vaso sanitário não possui água corrente para o devido despejo (Imagem 37).

**Imagem 35:** Chuveiro instalado em condições muito precárias, pois o cabo elétrico fica exposto.



**Fonte:** Fotografia tirada pelo autor.

**Imagem 36:** Instalação do grifo sem pia.



**Fonte:** Fotografia tirada pelo autor.

**Imagem 37:** Sanitário sem instalação de água corrente.



**Fonte:** Fotografia tirada pelo autor.

Portanto tem que ser jogado água de forma manual, a instalação tanto elétrica, e predial, assim como a estrutura do banheiro (Imagem 38) em si são muito precárias. As águas que provêm da pia da cozinha vão direto por uma canalização, e jogado ao solo (Imagem 39).

**Imagem 38:** Banheiro, por fora.



**Fonte:** Fotografia tirada pelo autor.

**Imagem 39:** Água que provem da cozinha, lançado diretamente no solo.



**Fonte:** Fotografia tirada pelo autor.

Também a fossa séptica fica exposta praticamente a céu aberto, pois só é tampado com vários pedaços de madeira velha (Imagem 40).

**Imagem 40:** Fossa séptica.



**Fonte:** Fotografia tirada pelo autor.

**Imagem 41:** Dentro da residência de a Sra. Reina, com uma parte da casa com chão de terra.



**Fonte:** Fotografia tirada pelo autor.

Por último, visitou-se a casa da Sra. Idalina Almada, também conversamos com a Sra., explicou que só possuem luz, não possuem banheiro, e água encanada, tanto que a vizinha do lado a Sra. Reina lhes brinda a água, tampouco nenhum outro serviço de saneamento, como a disposição final de lixo, pois no mesmo pátio da sua casa são jogados os mesmos (Imagem 42)

Esta moradia foi a que se encontra em condições mais precárias, tanto a residência (Imagens 43 e 44) como os demais cômodos da mesma.

A casa não possui cozinha, nem lavanderia, só possui quartos, os banheiros são separados, um para tomar banho (Imagem 45) e o outro para fazer as necessidades fisiológicas (Imagem 46), os dois se encontram num estado muito insano e deficiente.

**Imagem 42:** Lixo jogado no pátio da casa.



**Fonte:** Fotografia tirada pelo autor.

**Imagem 43:** Exterior da residência.



**Fonte:** Fotografia tirada pelo autor.

**Imagem 44:** Área utilizada para as refeições, e de estar no dia a dia.



**Fonte:** Fotografia tirada pelo autor.

**Imagem 45:** Banheiro utilizado para a higienização.



**Fonte:** Fotografia tirada pelo autor.

O banheiro (Imagem 46) para defecar é uma latrina, onde o lixo como plástico de garrafas, madeira e outros resíduos se misturam, quando chove (Imagem 47), porque o banheiro se encontra no final do terreno, onde o mesmo possui uma declividade maior, portanto o banheiro não se encontra nas condições

mínimas de saneamento, acarretando um grande risco para as pessoas e as crianças que ali se encontram morando.

**Imagem 46:** Banheiro utilizado para defecar.



**Fonte:** Fotografia tirada pelo autor.

**Imagem 47:** No interior da latrina onde pode se observar a matéria orgânica e vários lixos.



**Fonte:** Fotografia tirada pelo autor.

Como detalhado acima pelas fotos, a visita ao assentamento de *Mariscal López*, foi de suma relevância para o trabalho, pois assim podemos saber a grandes rasgos as prioridades que possui a comunidade nos assentamentos, e nos bairros que se encontram nos arredores. Portanto buscou-se atendê-las por meio da elaboração de um projeto de saneamento básico, por meio do tratamento do esgoto residencial doméstico, que permitiu a geração de biogás para uma escola pública, reduzindo assim o impacto ambiental devido ao aproveitamento do referido resíduo doméstico.

### 7.3. PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DE TUBULAÇÃO PARA O ESGOTO, BIODIGESTOR, E LAGOAS ANAERÓBIAS DE DECANTAÇÃO.

Primeiramente se analisou a área onde ia ser implantado as tubulações para o esgoto, fazendo com que chegue até o Biodigestor. Por ser uma área que futuramente possa ter um crescimento urbano maior do que na atualidade, como consta na Prancha 1, no que refere ao seu uso e ocupação do solo, onde por meio da visita ao local, notou-se que existem terrenos de uso misto (residencial e comercial), exclusivamente comercial, como assim também só terrenos residenciais

e escolas, além das áreas vazias, e das áreas de lazer ou que futuramente possam a ser praças e lugares recreativos. Optou-se por considerar como uma área preferencialmente residencial, sabendo que na mesma há uma ocupação diferenciada, entre comércio, residência e uso misto, pois são comércios locais da mesma família, na sua própria residência, portanto a produção no esgoto não teria uma diferenciação nesse sentido.

Assim como já foi falado mais acima na definição parâmetros, para a elaboração do trabalho se teve a consideração de forma primordial a questão da topografia da área trabalhada, pois desta forma o esgoto desce de forma inata, pela declividade, colocando o Biodigestor na área mais baixa, em outro quarteirão fora da escola. O fato pelo qual o biodigestor não foi colocado no espaço da instituição educativa, foi por encontra-se numa área mais alta, fazendo que o esgoto tivesse que subir até a mesma, e para isto necessitaria do bombeamento, encarecendo o projeto, e não quer dizer que não possa ser executado, mas perderia a ideia do trabalho, fazer de que o esgoto descesse só pela gravidade sem necessidade de um motor. O trabalho segue no Apêndice II, especificamente na Prancha 2 de Implantação das Tubulações.

O mesmo respeita as normas técnicas que segundo a NBR<sup>235</sup> (8160:1999, *apud* MACINTYRE, 2013, p.101) onde os poços de visitas, as quais permitem o acesso às canalizações para a realização da manutenção devida no caso de houver algum tipo de necessidade de realizar a limpeza ou desentupimento devido aos mesmos. Além disso, permite que as junções possuam uma maior facilidade na sua conexão, tanto para a mudança das cotas, declividade, e materiais. Por conseguinte, por ser uma área que possa ter uma expansão, mais de forma horizontal que no vertical, a mesma foi projetada numa medida de 60 a 70m entre um poço de visita e outro, não superando os 70, e muitas vezes dividindo em vários setores, assim como recomenda NBR (8160:1999, *apud* MACINTYRE, 2013, p.101) nos loteamentos ou lugares com edifícios que possuem arruamentos.

Para chegar ao desenho do biodigestor, o qual estaria gerando biogás para a escola pública, precisou-se uma visita a mesma, para a quantificação populacional que assiste à instituição, na qual o Diretor *Lic. Cristobal Marecos*

---

<sup>235</sup> Norma Brasileira, utilizada para saber as especificações e regulamentações que precisam ser cumpridas neste caso nas tubulações, poços de visitas, e terminais de limpeza.

Villagra propiciou as informações pertinentes a seguir, para a quantificação do esgoto, portanto o tamanho do biodigestor que estaria recebendo todo o afluente.

### QUADRAS + ESCOLA [BIODIGESTOR]

Números de lotes	1319
Media de pessoas por residências no ano de 2012, segundo o DGEEC de 2016 <sup>(236)</sup>	4
Total por lotes	5276
Pessoas da Escola San Marcos (estudantes + professores + funcionários)	585
<b>Total</b>	<b>5861</b>
	<b>(pessoas).</b>

UASB tipo de Biodigestor a ser implantado, o qual apresenta uma quantidade de ST (Sólidos Totais) de < 2% ou COV (Carga Orgânica Volumétrica) = 0,5 a 8 kg de  $\frac{SV}{m^3 \times dia}$ .

#### Consumo de biogás em m<sup>3</sup>/dia/pessoa

0,42 m<sup>3</sup>/dia/pessoa (3 refeições diárias)<sup>237</sup>

0,28 m<sup>3</sup>/dia/pessoa (2 refeições diárias)

**0,14 m<sup>3</sup>/dia/pessoa (1 refeições diárias)<sup>238</sup>**

Demanda de biogás para a escola por dia

0,14m<sup>3</sup>/pessoa/dia x 585 pessoas = **81,9 m<sup>3</sup> biogás/dia.**

<sup>236</sup> PARAGUAY, Dirección general de estadísticas, encuestas y censos (DGEEC), 2016.

<sup>237</sup> LUCAS JUNIOR, J. de. ; SOUZA, C. de F. ; LOPES, J. D. S., (2009). e CHILE, MINENERGIA/PNUD/ FAO/GEF (2011).

<sup>238</sup> Foi calculada uma média do consumo de biogás em m<sup>3</sup> que se tem por cada pessoa diariamente. Portanto o valor obtido das referências, na qual estabelece 0,42 m<sup>3</sup>/dia/pessoa, sabendo que por dia se tem três refeições diárias, aonde na escola vai se trabalhar só com uma refeição, o almoço, tentando atender a demanda dos dois períodos de aula. Calculando 0,42 m<sup>3</sup>/dia/pessoa entre 3 refeições, da um valor de 0,14 m<sup>3</sup>/dia/pessoa por cada refeição. **Desta maneira o valor adotado para o almoço na escola é de 0,14 0,14 m<sup>3</sup>/dia/pessoa.**

### Geração de esgoto na área

$(0,18\text{m}^3/\text{dia} \times \text{pessoa}^{(239)}) \times 5861 \text{ pessoas } [(1319 \text{ lotes} \times 4 \text{ pessoas por lote}) + 585]$   
 pessoas da escola = **1054,98 m<sup>3</sup> esgoto/dia**

### Geração de biogás a ser gerado pelo bairro

$$\frac{1054,98 \text{ m}^3 \text{ esgoto}}{\text{dia}} \times \frac{0,07361 \text{ m}^3 \text{ biogás}}{\text{m}^3 \text{ esgoto}} = \mathbf{77,6571 \text{ m}^3 \text{ biogás/dia}}$$

**Q= vazão do afluente (m<sup>3</sup>/h)**

$$Q = 1054,98 \text{ m}^3 \text{ esgoto/dia.}$$

**COV= carga orgânica volumétrica [(kg x SV)/(m<sup>3</sup> x dia)]**

$$\text{COV} = 30\text{kg} \times \text{DQO}/\text{m}^3 \times \text{dia}^{[240]} \rightarrow 1\text{DQQ} = 1/4 \times \text{SV} \rightarrow 30\text{kg} \times 1/4 \text{kg} \times \text{SV} \rightarrow 7,5\text{kg} \times \text{SV}/\text{m}^3.$$

$$\text{COV} = \mathbf{7,5\text{kg} \times \text{SV}/\text{m}^3 \times \text{dia.}}$$

**S<sub>o</sub>= Concentração do afluente (kg x SV/m<sup>3</sup>)**

$$\text{S}_o = \mathbf{0,241 \text{ kg} \times \text{SV}/\text{m}^3}^{(241)}$$

**V<sub>n</sub>= Volume nominal (m<sup>3</sup>)**

$$V_n = \frac{(Q \times S_o)}{\text{COV}} \rightarrow \frac{(1054,98 \times 0,241)}{7,5} = \mathbf{33,90 \text{ m}^3}$$

**V<sub>c</sub>= Volume corrigido (m<sup>3</sup>)**

**E= Factor de correção (0,9 a 1,1) média adotada pela vazão máxima** → 1,1 h

$$V_c = \frac{(V_n)}{\text{COV}} \rightarrow 33,90 \text{ m}^3 \times 1,1 \text{ m}^3^{(242)} \rightarrow \mathbf{37,29 \text{ m}^3}$$

**v= Velocidade de ascensão (m/h)** →  $v = 0,9 \frac{\text{m}}{\text{h}}$  <sup>(243)</sup>

<sup>239</sup> SILVA, J. R. da, et. Al., 2016.

<sup>240</sup> RUSTEN, et. al., 1998.

<sup>241</sup> RICKERT & HUNTER (1971).

<sup>242</sup> CHERNICHARO (1997).

<sup>243</sup> KUNZ; AMARAL; STEINMETZ (2016).

**A= Área de seção transversal do UASB (m<sup>2</sup>)**

$$v = \frac{Q}{A} \rightarrow A = \frac{Q}{v} \rightarrow \frac{\left(1054,98 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}\right) \times \left(\frac{1 \text{ dia}}{24 \text{ h}}\right)}{9 \frac{\text{m}}{\text{h}}}$$

$$A = 48,84 \text{m}^2 \rightarrow A = (\pi \times D^2) / 4 \rightarrow 48,84 \text{m}^2 = (3,14 \times D^2) / 4$$

$$\rightarrow 48,84 \text{m}^2 \times 4 = 3,14 \times D^2 \rightarrow (48,84 \text{m}^2 \times 4) / 3,14 = D^2 \rightarrow D^2 = 62,1871$$

$$\rightarrow D = \sqrt{62,1871} \rightarrow D = 7,8858 \text{ m} \rightarrow D = 8 \text{ m.}$$

**H<sub>T</sub>= Altura total do biodigestor → 5 m<sup>(244)</sup>**

**H<sub>L</sub>= Altura do biodigestor com base no volume líquido (m)**

**H<sub>G</sub>= Altura do coletor de gás (m), 25% do H<sub>L</sub>**

$$H_T = H_L + H_G \rightarrow 5 = H_L + 0,25 H_L \rightarrow 5 = 1,25 H_L \rightarrow H_L = \frac{5\text{m}}{1,25} \rightarrow H_L = 4$$

$$\left\{ \begin{array}{l} H_L = 4 \text{ m} \\ H_G = 1 \text{ m} \end{array} \right.$$

**TRH = Tempo de Retenção Hidráulica (dia)**

$$\text{TRH} = V/Q \rightarrow (37,29 \text{ m}^3) / [(1 \text{ dia}/24\text{h}) \times (1054,98 \text{ m}^3/\text{dia})]$$

$$\rightarrow (35,68 \text{ m}^3) / (46,3 \text{ m}^3/\text{h}) \rightarrow 0,8483 \text{ (dia)}$$

$$\rightarrow 1\text{hs}(:) 24\text{h} (::) 0,8477 (:)\text{ X} \rightarrow 0,8483 \times 24 \text{ h} = \mathbf{20,3597 \text{ h}}$$

$$\rightarrow 1\text{hs}(:) 60 \text{ min} (::) 20,3448 \text{ h} (:)\text{ X} \rightarrow 20,3597 \times 60 \text{ min} \rightarrow \mathbf{\text{TRH} = 1221,5799 \text{ min.}}$$

**Cálculo de vazão para determinação do tamanho da caixa de passagem/caixa de carga.**

$$Q = 1054,98 \text{ m}^3 \text{ esgoto/dia.}$$

$$1\text{h} \rightarrow 24\text{h} \rightarrow 24\text{h} \times 60\text{min} = 1440 \text{ min} \rightarrow 1440 \text{ min} \times 60 \text{ seg.} = 86400 \text{ seg.}$$

<sup>244</sup> *Idem, ibidem.*

Portanto para converter a  $\frac{\text{m}^3}{\text{seg}}$ .

$$Q = \frac{1054,98 \text{ m}^3}{86400 \text{ seg}} \times \frac{1}{1 \text{ m}^3} = 0,01221 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}}$$

Para converter a L/seg.

$$Q = 0,012210416 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} \times \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} = \mathbf{12,210416 \frac{L}{\text{seg}}}$$

### **Economia de GLP em comparação ao biogás**

$$1 \text{ m}^3 \frac{\text{biogás}}{\text{dia}} = 0,454 \text{ kgf}^{(245)} (\text{gás engarrafado})$$

→  $77,6571 \text{ m}^3 \text{ biogás/dia}$  (biogás gerado)  $\times 0,454 \text{ kgf}$  (gás engarrafado) =  $35,2563 \text{ kgf/dia} \times 30 \text{ dias}$  (1 mês) = **1057,6897 kgf** de biogás gerado **mensalmente**.

1 bujão de gás de GLP contém 13kgf

→  $13 \text{ kgf} / 1057,6897 \text{ kgf}$  → **81,3607 bujões de gás em forma mensal**.

Uma vez calculado o biodigestor, e a quantidade de biogás que iria gerar, se recomenda que o biogás seja armazenado, para ter a disposição quando precisar e se houver imprevistos, e possa ser utilizado na comunidade.

A seguir, se realizou o cálculo da DBO e da DQO, para que possa ser dimensionado as lagoas anaeróbias, que segundo Bateta (s/d), a *Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR)*, no seu capítulo 14 e 15<sup>(246)</sup> onde trata dos caudais e das cargas contaminantes que geram os habitantes por dia, estabelece os seguintes valores a seguir.

<sup>245</sup> MACINTYRE, Archibald Joseph (2013, p.548).

<sup>246</sup> BATETA, Andreu Beteta. *E.D.A.R. para una población de más de 100.000 habitantes equivalentes*. Capítulo 14 e 15. s/d. >><http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/13058/C%C3%A0lculs.pdf?sequence=5><<. Acesso: 08/12/2017 às 13:29hs.

### Cargas contaminantes por persona e dia.

Parâmetro (C)	Carga [g/(hab. x dia)]
DQO	140
DBO <sub>5</sub>	70

Para saber a Demanda Química de Oxigênio com um período de 5 dias (DQO<sub>5</sub>) e a Demanda Biológica de Oxigênio (DBO), que vai receber o Biodigestor sem o tratamento prévio, é necessário calcular alguns valores, os mesmos constam a seguir.

Precisa ser analisado primeiramente o **Caudal médio** (Q<sub>m</sub>)

$$Q_m = \frac{p \times d}{24000}$$

**p** → população (Quadras + Escola) → é de 5861 hab.

**d** → dotação de água que cada pessoa precisa por dia → 300 L/(hab x dia)

$$Q_m = \frac{5861 \text{ hab} \times 300 \text{ L}/(\text{hab} \times \text{dia})}{24000} = \frac{1758300 \text{ L}/\text{dia}}{24000} = 73,2625 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}$$

Depois se calcula o **Caudal Diário** (Q<sub>d</sub>), que é o volume de água a ser tratado num dia, o qual se consegue calcular por meio do Caudal Médio.

$$Q_d = Q_m \times \frac{24\text{h}}{1 \text{ dia}} = 73,2625 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}} \times \frac{24\text{h}}{\text{dia}} = 1758,3 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}$$

Precisa ser calculada também o **Caudal Ponta** para subdimensionar a planta depuradora na situação de chegar a produzir-se um pico na entrada do caudal, para conseguir certificar que o funcionamento seja de maneira eficiente.

$$Q_p = Q_m \times \left( 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_m}} \right) = 73,2625 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times \left( 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{73,2625 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}} \right)$$

$$\rightarrow 73,2625 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times \left( 1,5 + \frac{2,5}{8,5593 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} \right) = 73,2625 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times \left( 1,5 + 0,2920 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right)$$

$$\rightarrow 73,2625 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times 1,7920 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = \mathbf{131,2921 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}$$

$$\text{Coeficiente ponta } \frac{Q_p}{Q_m} = \frac{131,2921 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{73,2625 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}} = \mathbf{1,7920}$$

**DBO (Demanda Química de Oxigênio) se calcula da seguinte maneira:**

$$\text{DBO} = \frac{C \times \text{hab}}{Q_d} = \frac{140 \frac{\text{g}}{\text{hab} \times \text{dia}} \times 5861 \text{ hab}}{1758,3 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}} = \frac{820540 \frac{\text{g}}{\text{dia}}}{1758,3 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}} = \mathbf{466,67 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}}$$

Também deve ser calculado o valor máximo de DBO:

$$\rightarrow \text{Valor máximo de DBO} \times \text{Coeficiente Ponta} = 466,67 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \times 1,7920 = \mathbf{836,31 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}}$$

Deve ser passado em kg/dia o valor das cargas de forma diária:

$$\text{Carga diária de DBO} = \text{DBO} \times Q_d = 466,67 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \times \frac{0,001 \text{ kg}}{1 \text{ g}} \times 1758,3 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}} = \mathbf{820,55 \frac{\text{kg}}{\text{dia}}}$$

**DQO<sub>5</sub> (Demanda Química de Oxigênio com um período de 5 dias) se calcula da seguinte maneira:**

$$\text{DQO}_5 = \frac{C \times \text{hab}}{Q_d} = \frac{70 \frac{\text{g}}{\text{hab} \times \text{dia}} \times 5861 \text{ hab}}{1758,3 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}} = \frac{410270 \frac{\text{g}}{\text{dia}}}{1758,3 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}} = \mathbf{233,33 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}}$$

Também deve ser calculado o valor máximo de DQO<sub>5</sub>:

$$\rightarrow \text{Valor máximo de DQO}_5 \times \text{Coeficiente Ponta} = 233,33 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \times 1,7920 = \mathbf{418,1274 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}}$$

Deve ser passado em kg/dia o valor das cargas de forma diária:

$$\text{Carga diária de DQO}_5 = \text{DQO}_5 \times Q_d = 233,33 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \times \frac{0,001 \text{ kg}}{1 \text{ g}} \times 1758,3 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}$$

$$\rightarrow 410,26 \frac{\text{kg}}{\text{dia}}$$

Sobrinho (1993, *apud* NOVOLARI, 2011, p. 387) recomenda um índice de taxa de aplicação superficial de 500 a 1500 kg DBO/há x dia, portanto o autor citado acima deixa em claro que os índices de taxa de aplicação superficial não deve ser inferior a 500 kg DBO/ ha. x dia, porque a lagoa pode em momentos funcionar de forma aeróbia ou em outros momentos de forma anaeróbia.

Ainda, Sobrinho (1993) afirma que as lagoas anaeróbias quando funcionam em temperaturas acima de 25° C, sua eficiência no que se refere na remoção do DBO é de 60%, com tempos inclusive curtos de detenção de 2 a 3 dias. No entanto, para temperaturas da ordem de 20° C com um funcionamento de detenção de 4 a 5 dias, tem uma eficiência máxima de 60%, e com temperaturas menores que 20° C, a remoção máxima de DBO esperada é de 50%.

$$\text{DBO} = 466,67 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \times \frac{0,001 \text{ kg}}{1 \text{ g}} = 0,467 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Para saber o 100 % de DBO diário antes de ingressar no biodigestor deve ser calculado multiplicando a DBO, calculada mais acima, com a quantidade de pessoas que produzem o esgoto, e pela vazão da mesma que chega até o biodigestor, portanto:

$$0,467 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,01221 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} = 0,00570207 \frac{\text{kg}}{\text{seg}} \text{ (100 \% de afluyente antes do tratamento)}$$

Como segundo mencionado mais acima por Von SPERLING (1996 *apud* GRASSELLI, Rangel, s/d.) a eficácia do UASB é de 65% a 75%, então foi considerado a média deles de 70%, sob o total (100%), então o que restaria tratar nas lagoas anaeróbias é um 30%.

$$100\% \rightarrow 0,00570207 \frac{\text{kg}}{\text{seg}}$$

$$100\% \times 70\% = 0,00570207 \frac{\text{kg}}{\text{seg}} \times 70\% = 0,003991449 \frac{\text{kg}}{\text{seg}}$$

$$70\% \rightarrow 0,003991449 \frac{\text{kg}}{\text{seg}}$$

$$100\% - 70\% = 30\% \rightarrow 0,00570207 \frac{\text{kg}}{\text{seg}} - 0,003991449 \frac{\text{kg}}{\text{seg}} = 0,001710621 \frac{\text{kg}}{\text{seg}}$$

$$30\% = 0,001710621 \frac{\text{kg}}{\text{seg}} \times 86400 \frac{\text{seg}}{1 \text{ dia}} = 144,718537 \frac{\text{kg}}{\text{dia}} \text{ (a tratar na lagoa primária)}$$

Então a área da **lagoa anaeróbia primária** seria de acordo com o cálculo a seguir:

$$A_{LA} = \frac{\text{carga} \frac{\text{DBO}}{\text{dia}}}{\lambda_{\text{lim}} \text{em } \frac{\text{kg} \frac{\text{DBO}}{\text{ha. x dia}}}{\text{ha. x dia}}} = \frac{144,718537 \frac{\text{DBO}}{\text{dia}}}{1000 \frac{\text{DBO}}{\text{ha. x dia}}^{(247)}} = 0,14471854 \text{ ha.}$$

Convertendo a m<sup>2</sup>:

$$\rightarrow 0,14471854 \text{ ha.} \times \frac{10000 \text{ ha}}{1 \text{ m}^2} = 1447,1854 \text{ m}^2 \text{ (Área da lagoa } 45\text{m} \times 32,16\text{m)}^{248}.$$

Então a área da **lagoa secundária facultativa** seria de acordo com o cálculo a seguir, segundo Sobrinho (1993) o tratamento nessa etapa seria de uma remoção máxima de DBO esperada de 50% (sob o 30% restante do biodigestor UASB)

$$144,718537 \frac{\text{kg}}{\text{dia}} \times 50\% = 72,359239 \frac{\text{kg}}{\text{dia}} \text{ (a tratar na lagoa secundária facultativa)}$$

<sup>247</sup> Sobrinho (1993, *apud* NUVOLARI, 2011, p. 387) recomenda nas lagoas primárias uma taxa de aplicação entre 500 a 1500kg de  $\frac{\text{DBO}}{\text{ha. x dia}}$ . Mas não deve ser menor que 500kg  $\frac{\text{DBO}}{\text{ha. x dia}}$ , pois para evitar que a lagoa funcione por vezes de forma aeróbia e outras vezes de forma anaeróbia, por tanto Sobrinho diz que não é recomendável.

<sup>248</sup> O comprimento/largura nas lagoas anaeróbias primárias deve ser relacionado dessa forma, entre 1:1 a 3:1, evitando-se dessa forma a geração de maus odores (NUVOLARI, 2011, p. 387).

$$A_s = \frac{\text{carga} \frac{\text{DBO}}{\text{dia}}}{\lambda_{\text{lim}} \text{ em kg} \frac{\text{DBO}}{\text{ha. x dia}}} = \frac{72.359269 \frac{\text{DBO}}{\text{dia}}}{120 \frac{\text{DBO}}{\text{ha. x dia}}} = 0,602994 \text{ há}$$

Convertendo a m<sup>2</sup>:

$$\rightarrow 0,602994 \text{ ha.} \times \frac{10000 \text{ ha.}}{1 \text{ m}^2} = 6029,9390 \text{ m}^2 \text{ (Área da lagoa } 100\text{m} \times 60,29939\text{m)}^{250}.$$

## 8. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Atividades	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Revisão de Texto e Correção	█			
Implantação/Topografia	█			
Cortes e Planta do Biodigestor		█		
Detalhamento do Biodigestor		█		
Tubulação			█	
Pranchas			█	
Finalização				█

<sup>249</sup> Para Kawai *et al.* (1983, *apud* NUVOLARI, 2011, p. 385), as lagoas facultativas secundárias, é recomendado que seja utilizado nas taxas de aplicação superficial entre 50 a 170kg  $\frac{\text{DBO}}{\text{ha. x dia}}$ , com uma taxa limite de 150kg  $\frac{\text{DBO}}{\text{ha. x dia}}$ , para cálculos da eficiência de remoção de DBO.

<sup>250</sup> Sobrino (1993, *apud* NUVOLARI, 2011, p. 385) diz que as lagoas facultativas secundárias devem possuir uma relação de 6 até 7:1, assim como também recomenda para as lagoas primárias.

## 9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio das investigações realizadas a respeito do esgoto sanitário doméstico, e da produção de biogás, o presente trabalho buscou a captação do esgoto sanitário no bairro *Fortín Toledo*, fazendo o devido tratamento no afluente aproveitando-o voltando a uma escola pública como um bem útil, e evitando a contaminação ambiental que o esgoto produz no ambiente e na saúde das pessoas.

O presente trabalho utilizou a metodologia da investigação bibliográfica, análises de estudos de casos habitacionais e de produção energética por meio de resíduos de algum tipo, tanto animal, como humano, além da investigação em fontes bibliográficas, buscou-se uns assentamentos na Cidade do Leste em onde se conseguiu constatar a precariedade urbana, habitacional, e de saneamento básico que existe.

O presente abordou temas teóricos como o esgoto sanitário doméstico e as características que possuem, tipos de sistemas de tratamento e seus procedimentos, contaminação ambiental, a água e a saúde pública, micro-organismos importantes para o tratamento do esgoto, energias e a mudança climática abrangendo a questão das energias renováveis, o biogás ou biomassa, a questão habitacional no País, e a habitação de interesse social.

A abordagem prática executada, buscou atender as demandas das comunidades *Belén*, *Mariscal López*, e *San Valentín*, como também os bairros que se encontram ao seu redor, o qual servirá para futuras aplicações na cidade, proporcionando assim um projeto de saneamento básico utilizando o biodigestor, para a geração do biogás, possibilitando melhores condições de moradia no bairro *Fortín Toledo* e seu entorno.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### 10.1. ESPECÍFICAS.

ABIKO, A. K. **Introdução à gestão habitacional**, São Paulo, EPUSP, 1995 (Texto Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/12).

AIH (Aliança Internacional de Habitantes). **Políticas alternativas de vivienda en américa latina y el caribe**. Un paso más en el proceso de construcción de la vía urbana y comunitaria hacia un pacto social urbano alternativo. Cooperativa Chilavert, Buenos Aires, Argentina, 2013. Disponível em: >><http://esp.habitants.org/content/download/215740/2752323/file/Pol%C3%ADticas%20alternativas%20de%20vivienda%20en%20Am%C3%A9rica%20Latina%20y%20El%20Caribe.pdf><<. Acesso: 07/12/2016 às 23:37hs.

ALMEIDA, PITALUGA, REIS. **Tratamento de esgoto doméstico por zona de raízes precedida de tanque séptico**. Revista Biociências, UNITAU. Volume 16, número 1, 2010, p. 73-81. Disponível em: >><http://www.alfa.br/arqsfck/files/PDF%20TRATAMENTO%20DE%20ESGOTO%20DOM%C3%89STICO1107-3535-1-PB.pdf><<. Acesso: 24/10/2016 às 21:42hs.

BATETA, Andreu Beteta. **E.D.A.R. para una población de más de 100.000 habitantes equivalentes**. Capítulo 14 e 15. s/d. Disponível em: >><http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/13058/C%C3%A0lculs.pdf?sequence=5><<. Acesso: 08/12/2017 às 13:29.

BID (BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO). *Un espacio para el desarrollo: Los mercados de vivienda en América Latina y el caribe*. Banco Interamericano de Desenvolvimento, Editor: César Patricio Bouillon. Estados Unidos da América do Norte, Washington, D.C, 2012.

BRASIL, ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3. ed. – Brasília : Aneel, 2008. 236 p. Disponível em: >><http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas3ed.pdf><<. Acesso> 27/11/2016 às 03:52hs.

BRASIL, ANDES/UFRGS (Sindicato Nacional dos Docentes das Instituições de Ensino Superior/Universidade Federal do Rio Grande do Sul), 2014. Disponível em: >><https://andesufrgs.files.wordpress.com/2014/12/portal-andes-org-brimprensanoticiasimp-inf-1436011664.pdf><<. Acesso 05/12/2016 às 15:32hs.

BRASIL, CESAN (Companhia Espírito Santense de Saneamento). **Apostila Tratamento de Esgoto**. 2013, p3. Av. Governador Bley, 186, Edifício BEMGE, 3º Andar, Centro, Vitória, Espírito Santo. CEP: 29.010-150. Disponível em: >>[http://www.cesan.com.br/wp-content/uploads/2013/08/APOSTILA\\_TRATAMENTO\\_ESGOTO.pdf](http://www.cesan.com.br/wp-content/uploads/2013/08/APOSTILA_TRATAMENTO_ESGOTO.pdf)<<. Acesso: 24/10/2016 às 23:12hs.

BRASIL, Sabesp. Norma técnica sabesp. NTS 230. **Projeto de lagoas de estabilização e seu tratamento complementar para o esgoto sanitário**. [on-line]. Disponível em: >><http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/nts230.pdf><< p. 3. Acesso: 14/11/16 às 01:36hs.

BRUNA, G., PHILIPPI JR. A., SILVEIRA, V. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Arlindo Philippi Jr., editor. – Barueri, SP: Manole, 2005. (Coleção Ambiental; 2) *in* Planejamento territorial e ambiental: instrumentos de intervenção. cap. 18. p. 626-627.

CALLADO, N. H.; DAS NEVES, M. G. F. P. **Gestão das águas urbanas**. Curso de aperfeiçoamento em gestão de recursos hídricos [modalidade à distância]. UFSC/UFAL. 2005, p. 7. Disponível em: >>[http://capacitacao.ana.gov.br/Lists/Editais\\_Anexos/Attachments/23/08.Gestao\\_Agua\\_Urb-220909.pdf](http://capacitacao.ana.gov.br/Lists/Editais_Anexos/Attachments/23/08.Gestao_Agua_Urb-220909.pdf)<<. Acesso: 07/11/2016 às 04:11hs.).

CHERNICHARO, Carlos Augusto de Lemos. Reatores anaeróbios. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. vol. 5. Belo Horizonte: Departamento de engenharia sanitária e ambiental – UFMG, 1997, Quadro 5.9, p. 165.

CHILE, MINENERGIA/PNUD/ FAO/GEF. **Manual de Biogás**. Santiago de Chile, 2011, p. 66. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf>. Acesso: 12/11/2017 às 02:38.

CONANT, J.; FADEM, P. **Guía comunitaria para la salud ambiental**. Hesperian . 1ª ed. Berkeley, California, Estados Unidos de América do Norte. 2011. Cap. 23, p. 525. Disponível em: >>[http://hesperian.org/wp-content/uploads/pdf/es\\_cgeh\\_2011/es\\_cgeh\\_2011\\_cap23.pdf](http://hesperian.org/wp-content/uploads/pdf/es_cgeh_2011/es_cgeh_2011_cap23.pdf)<<. Acesso: 17/11/2016 às 21:27hs.

CUBILLOS, Rolando Arturo González. **Vivienda social y flexibilidad**. ¿Por qué los habitantes transforman el hábitat de los conjuntos residenciales?. *Revista bitácora urbano-territorial*. Instituto de Investigaciones Hábitat, Ciudad y Territorio. Facultad de Artes, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 2006, p. 124-135. Disponível em: >><https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4014933.pdf><<. Acesso: 06/12/2016 às 00:19hs.

DELAQUA, Victor. **Habitação Monterrey**, ELEMENTAL. Disponível em: >>[http://www.archdaily.com.br/br/01-30335/elemental-monterrey-elemental?ad\\_medium=widget&ad\\_name=more-from-office-article-show](http://www.archdaily.com.br/br/01-30335/elemental-monterrey-elemental?ad_medium=widget&ad_name=more-from-office-article-show)<<. Acesso 08/12/2016 às 02:30hs.

FURTADO, A. C. Material didático: **BIOGÁS, Disciplina Biocombustíveis**. Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Engenharia de Energias Renováveis. 2016.

GRASSELLI, Rangel. **Avaliação do desempenho de reator UASB no tratamento de efluentes gerados por hospital da serra gaúcha**. s/d. Disponível em: >><http://www.proamb.com.br/downloads/ghna84.pdf><<. Acesso em: 0/12/2017 às 14:21.

JORDÃO, E.P. e PESSÔA, C.A. **Tratamento de esgotos domésticos**. Rio de Janeiro: ABES, 2005.

KUNZ, Airton., AMARAL, André Cestonaro do.; STEINMETZ, Ricardo Luis Radis. **Apostila do curso de operacionalização de biodigestores**. Aula 2: modelos de biodigestores. Foz do Iguaçu, PR: CIBiogás; Concórdia, SC: Embrapa, 2016., Tabela 2, p. 9.

LAVADO, Ana Luísa Catarré. **Os actuais desafios da energia: implementação e utilização das energias renováveis**. 2009. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologias do Ambiente) Universidade De Lisboa, Faculdade De Ciências, Departamento de Biologia Animal. 2009, P. 23. Disponível em: >>[http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/1447/1/20901\\_ulfc080580\\_tm.pdf](http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/1447/1/20901_ulfc080580_tm.pdf)<<. Acesso: 01/12/2016 às 19:01hs.

LA ROVERE, E. L; D'AVIGOGNON, A; PIERRE, C.V; KLIGERMAN, D.C; SILVA, H.V.O; BARATA, M.M.L. E MALHEIROS, T.M.M. **Manual de Auditoria Ambiental para Estações de Tratamento de Esgotos Domésticos**. Rio de Janeiro. Qualitymark. 145p. 2002.

LEGUIZAMÓN, Ovelar; Luis. *Proyecto de Desarrollo de Capacidades para el Uso Seguro de Aguas Servidas en Agricultura* (FAO, WHO, UNEP, UNU-INWEH, UNW-DPC, IWMI e ICID). **Producción de Aguas Servidas, Tratamiento y Uso en Paraguay**. Paraguay, s/d. Disponível em: >>[http://www.ais.unwater.org/ais/pluginfile.php/378/mod\\_page/content/148/PARAGUAY\\_producci%C3%B3n%20de%20aguas%20servidas,%20tratamiento%20y%20uso.pdf](http://www.ais.unwater.org/ais/pluginfile.php/378/mod_page/content/148/PARAGUAY_producci%C3%B3n%20de%20aguas%20servidas,%20tratamiento%20y%20uso.pdf)<<. Acesso: 16/09/2016 às 14:07hs.

LEME, Edson José de Arruda. **Manual prático de tratamento de águas residuárias**. 2. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2014. 599 p.

LUCAS JUNIOR, Jorge de. ; SOUZA, Cecília de Fátima. ; LOPES, José Dermeval Saraiva. **Construção e operação de biodigestores**. Viçosa-MG, CPT, (2009), p. 91.

MACINTYRE, Archibald Joseph. **Manual de instalações hidráulicas e sanitárias**. 1ª. ed. – [Reimpr.]. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

MACINTYRE, Archibald Joseph. **Instalações Hidráulicas: prediais e industriais** [revisão e atualização José Carlos Cesar Amorin, Marco Aurélio Chaves Ferro, Sandro Filippo]. 4.ed. [reimpr.]. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

MARECOS, Olga. *Saneamiento Básico. Recolección, Tratamiento y Disposición Final de Aguas Residuales*, 2002. Disponível em: >><http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd27/omarecos.pdf><<. Acesso: 16/06/2016 às 14:34hs.

MARTINS, G., PHILIPPI JR. A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Arlindo Philippi Jr., editor. – Barueri, SP: Manole, 2005. (Coleção Ambiental; 2) *in* Águas de abastecimento. cap. 5. p.124-125.

MÉXICO. **Plan de desarrollo urbano del municipio de monterrey 2013-2025**. 2014, p. 25. Disponível em: >>[http://portal.monterrey.gob.mx/pdf/2013\\_2025.pdf](http://portal.monterrey.gob.mx/pdf/2013_2025.pdf) <<. Acesso: 09/12/2016 às 19:32hs.

MILLER, G. Tyller. **Environmental Science**, United States of America: Thomson Learning, Inc, 2006.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD/JOINT MONITORING PROGRAMME/FONDO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA INFANCIA (OMS/JMP/UNICEF). **Progresos en materia de saneamiento y agua potable. Informe de actualización 2015 y evaluación del Objetivo de desarrollo del Milenio (ODM)**. *Panorámicas para Sanitation and Water for All 2016*. Editora Anna Grojec (Audaz). Estados Unidos da América do Norte/Suíça, Nova York/Ginebra, 2016.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD/FONDO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA INFANCIA (OMS/UNICEF). 25 años, **Progresos en materia de saneamiento y agua potable. Informe de actualización 2015 y evaluación del Objetivo de desarrollo del Milenio (ODM)**, Editora: GROJEC, Anna (Audaz), Estados Unidos da América do Norte, 2015.

PARAGUAI, DGEEC (*Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos*): **Atlas Censal del Paraguay 2002**, Fernando de la Mora, 2004.

PARAGUAI, DGEEC (*Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos*). “**Paraguay. Principales Indicadores de viviendas, 2012. Total País. Área Urbana – Rural**”, Fernando de la Mora, Paraguay, 2016, cuadro v11, total país, p.68. Disponível em: <http://dgeec.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/indicadores/Principales%20indicadores%20de%20Viviendas%202012.%20Paraguay%20TOTAL.pdf>. Acesso: 12/11/2017 às 02:44.

PARAGUAI. *Poder Legislativo*. **Ley N° 5428/15 de Efluentes Cloacales**. Assunção, 27 de outubro de 2015, p. 1-3. Disponível em: >>[http://www.erssan.gov.py/archivos/documentos/LEY%20%20DE%20EFLUENTES%20CLOACALES\\_dwe6nq6x.pdf](http://www.erssan.gov.py/archivos/documentos/LEY%20%20DE%20EFLUENTES%20CLOACALES_dwe6nq6x.pdf)<<. Acesso: 24/10/2016 às 23:45hs.

PARAGUAI, SENAVITAT (*Secretaría Nacional de la Vivienda y Hábitat*). **PLANHAVI (Plan Nacional de Hábitat y Vivienda del Paraguay)**. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), Assunção, Paraguai, 2013. Disponível em: >><http://www.senavitat.gov.py/sitioplanhavi/wp-content/uploads/sites/3/2012/09/15.1-Planhavi.pdf><<. Acesso: 25/10/2016 às 18:26hs.

PARAGUAI, VMME (*Viceministerio de Minas y Energías*). **Situación de energías renovables en paraguay**. 2011. Disponível em: >><http://www.ssme.gov.py/vmme/pdf/libroenergia.pdf><<. Acesso: 04/11/2016 às 07:14hs.

PISTONESI, C.; HAURE, J. L.; D'ELMAR, R. **Energía a partir de las aguas residuales**. Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional – edUTecNe. 2010. p. 3. Disponível em: >>[http://www.edutecne.utn.edu.ar/energia\\_aguas\\_residuales/energia\\_aguas\\_residuales.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/energia_aguas_residuales/energia_aguas_residuales.pdf)<<. Acesso: 08/11/2016 às 03:21hs.

ROJAS, E. e N. MEDELLÍN. Housing Policy Matters for the Poor: **Housing Conditions in Latin America and the Caribbean 1995–2006**. Série Documentos de Trabalho do BID, no. IDB-WP-289. Setor de Capacidade Institucional e Finanças, Banco Interamericano de Desenvolvimento, Estados Unidos da América do Norte, Washington, DC. 2011.

SANT'ANNA JUNIOR, Geraldo Lipel. **Tratamento biológico de efluentes: fundamentos e aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2013, 403 p.

SANTOS, Maria Viviane Agostinho dos. **Desenvolvimento de tipologias para habitação de interesse social**. Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2011, 146 f.. Disponível em: >>[http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto\\_de\\_Graduacao/2011/Maria\\_Viviane\\_Deenvolvimento%20de%20Tipologias%20para%20Habitacao%20de%20Interesse%20Social.pdf](http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto_de_Graduacao/2011/Maria_Viviane_Deenvolvimento%20de%20Tipologias%20para%20Habitacao%20de%20Interesse%20Social.pdf)<<. Acesso: 05/12/2016 às 15:45hs.

SILVA, J. R. da; ANDO JUNIOR, O. H.; SPACEK, A. D.; MOTA, J. M.; Malfatti, C. F.; FURTADO, A. C. **Scaling a biodigester ascendant flow for biogas production via sewer and solid waste**. International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'16). Renewable Energy and Power Quality Journal (RE&PQJ). Madrid - Spain, 2016.

TURDERA, Mirko V.; YURA, Danilo. **Estudo Da Viabilidade De Um Biodigestor , no município de Dourados**. Universidade Estadual de Mato Grosso Do Sul – UEMS. 2006. Disponível em: >><http://www.proceedings.scielo.br/pdf/agrener/n6v1/062.pdf><<. Acesso: 10/12/2016 às 03:56hs.

UN-Hábitat (2003), **“Agua y saneamiento en las ciudades del mundo: acciones locales para alcanzar objetivos mundiales”**. Earthscan Publications Ltd., Londres; apud WINCHESTER, Lucy. Armonía y discordancia entre los asentamientos humanos y el medio ambiente en América Latina y el Caribe, Santiago do Chile, 2008.

VIEIRA, Bruna Duarte. **História da habitação no continente americano**, vida e obra do arquiteto Alejandro Aravena. Relatório final apresentado à Coordenadoria de Iniciação Científica e Integração Acadêmica da UFPR (Universidade Federal Do Paraná) por ocasião do desenvolvimento das atividades voluntárias de pesquisa. Curitiba, PR, 2016, 22 p. Disponível em: >>[http://grupothac.weebly.com/uploads/6/8/3/8/6838251/ufpr2016\\_rel\\_final\\_bruna.pdf](http://grupothac.weebly.com/uploads/6/8/3/8/6838251/ufpr2016_rel_final_bruna.pdf)<<. Acesso: 09/12/2016 às 02:15hs.

VON SPERLING, M.; GONÇALVES, R. F.; LUDUVICE, M. Remoção da umidade de lodos de esgotos. In: ANDREOLI, C. V.; VON SPERLING, M.; FERNANDES, F. (Org.) **Lodo de esgotos: tratamento e disposição final**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG; Curitiba: SANEPAR, 484 p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v. 6). cap. 5, p. 159-259. 2001.

WINCHESTER, Lucy. **Armonía y discordancia entre los asentamientos humanos y el medio ambiente en América Latina y el Caribe**. CEPAL/BMZ/GTZ (Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania/Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Nações Unidas. Santiago do Chile, 2008, p.16-17. Disponível em: >>[http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3633/S2008478\\_es.pdf?sequence=1](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3633/S2008478_es.pdf?sequence=1)<<. Acesso: 28/09/2016 às 16:15hs.

## 10.2. GENERALES

DUARTE SANTOS, Filipe. **Que futuro? Ciência, Tecnologia, Desenvolvimento e Ambiente**. Lisboa: Gradiva, Novembro 2007.

HELLER, L.; NASCIMENTO, N.O. **Pesquisa e desenvolvimento na área de saneamento no Brasil: necessidades e tendências**. Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p. 24-35, 2005.

NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta. **Biodigestão – a alternativa energética**. 1. ed. São Paulo: Nobel, 1986.

RODRIGUES, Dayse Laine; AQUINO, Camila Ferreira; ESTEVAM, Guiliano Pierre. **Produção de biogás a partir dos esgotos utilizando reatores anaeróbicos do tipo rafa seguido por lodos ativados numa estação de tratamento de esgoto**. Omnia Exatas, v.4, n.2, p.103-109, 2011.

SALAS, Julián Serrano. **Latinoamérica: Hambre de Vivienda**. Revista INVI. Universidad de Chile, Santiago de Chile. 2001. 58-68 p. Disponível em: >><http://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/viewFile/381/352><<. Acesso: 23/09/2016 às 17:40hs.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Imprimatur, 1996.

VON SPERLING, Marcos. **Princípios básicos do tratamento de esgotos**. 1. ed. Belo Horizonte: UFMG, 1996.

## 11. APÊNDICE I

### 11.1. Questionário I

#### ENTREVISTAS

Departamento de Salubridade e Higiene da Prefeitura (*Municipalidad*) de Cidade do Leste - Paraguai.

Nome e Sobrenome:.....

Endereço:.....

Cargo:.....

Idade:.....

Estado Civil:.....

Nível Acadêmico:.....

Profissão:.....

1- Quais são as instituições encarregadas de coletar o esgoto sanitário doméstico da cidade?

a) Prefeitura (*Municipalidad*)


b) Empresas Particulares

c) Outros.....

2- Quem são as pessoas encarregadas de realizar esse trabalho?

a) Funcionário da Prefeitura (*Municipalidad*)


b) Funcionário de empresas particulares

c) Outros.....

3- Existe um sistema de tratamento de esgoto sanitário doméstico na Cidade do Leste?

a) Sim


b) Não

4- Em que consiste tal tratamento de esgoto sanitário doméstico e como é realizada a sua captação?

.....  
 .....  
 .....

5- Existem outras instituições ou organismo que apoiam para a melhoria ou o uso dos sistemas de captação do esgoto sanitário doméstico?

a) Sim


b) Não

c) Quais.....

6- Há uma estação de tratamento de rede de captação de esgoto sanitário doméstico na Cidade do Leste – Paraguai?

a) Sim


b) Não

c) Como se chama?.....

## 11.2. Questionário II

**ENTREVISTAS EM MORADIAS POPULARES NA CIDADE DO LESTE –  
PARAGUAI**

Nome e Sobrenome:.....

Endereço:.....

Cargo:.....

Idade:.....

Estado Civil:.....

Nível Acadêmico:.....

Profissão:.....

1- Qual é a disposição final do esgoto na sua residência?

a) Coleta encanada com tratamento posterior pela Prefeitura (*Municipalidad*).

b) Fossas sépticas ou fossas negras.

c) Jogando no rio ou algum curso d'água.

2- Tem algum tratamento prévio o esgoto sanitário doméstico antes da sua disposição final?

a) Sim

Qual?.....

b) Não

3- Quais são as instituições encarregadas de coletar o esgoto sanitário doméstico na sua moradia?

a) Prefeitura (*Municipalidad*).

b) Empresas Particulaes

c) Outros.....

4- Quem são as pessoas encarregadas de realizar esse trabalho?

a) Funcionário da Prefeitura (*Municipalidad*)

b) Funcionários de empresas particulares

c) Outros.....

5- Você acha importante que se faça este tipo de coleta nas moradias e na cidade?

a) Sim

b) Não

6- Você acha que com um tratamento de esgoto sanitário doméstico, você teria um ambiente mais saudável?

b) Sim

b) Não

7- Você sabia que pelo esgoto sanitário doméstico é possível produzir energia limpa?

c) Sim

b) Não

8- Você gostaria de ter um aproveitamento energético mais saudável e sem contaminar o meio ambiente, por meio do esgoto sanitário doméstico?

d) Sim

b) Não

**12. Apêndice II**

Trechos das Tubulações	Comprimento em metros (m)	Somatória dos trechos (m)
Trecho 1-1	36,4779	791,3432
Trecho 1-2	36,4779	
Trecho 1-3	70,0000	
Trecho 1-4	70,0000	
Trecho 1-5	34,3234	
Trecho 1-6	37,9269	
Trecho 1-7	37,9269	
Trecho 1-8	38,0788	
Trecho 1-9	38,0788	
Trecho 1-10	38,0026	
Trecho 1-11	38,0026	
Trecho 1-12	38,0025	
Trecho 1-13	38,0025	
Trecho 1-14	34,9184	
Trecho 1-15	41,0666	
Trecho 1-16	38,2031	
Trecho 1-17	38,2031	
Trecho 1-18	43,8256	
Trecho 1-19	43,8256	
Trecho 2-1	70,0000	707,0305
Trecho 2-2	70,0000	
Trecho 2-3	70,0000	
Trecho 2-4	38,3334	
Trecho 2-5	70,0000	
Trecho 2-6	70,0000	
Trecho 2-7	70,0000	
Trecho 2-8	70,0000	
Trecho 2-9	70,0000	
Trecho 2-10	70,0000	
Trecho 2-11	38,6971	
Trecho 3-1	36,5144	952,603
Trecho 3-2	36,5144	
Trecho 3-3	70,0000	
Trecho 3-4	70,0000	
Trecho 3-5	70,0000	
Trecho 3-6	45,5414	
Trecho 3-7	70,0000	
Trecho 3-8	70,0000	
Trecho 3-9	70,0000	
Trecho 3-10	45,5197	
Trecho 3-11	70,0000	
Trecho 3-12	70,0000	
Trecho 3-13	61,2391	
Trecho 3-14	40,7024	
Trecho 3-15	40,7024	
Trecho 3-16	42,9346	
Trecho 3-17	42,9346	

Trechos das Tubulações	Comprimento em metros (m)	Somatoria dos trechos (m)
Trecho 4-1	37,3384	74,6768
Trecho 4-2	37,3384	
Trecho 5-1	35,9565	71,9130
Trecho 5-2	35,9565	
Trecho 6-1	39,7478	79,4956
Trecho 6-2	39,7478	
Trecho 7-1	36,4341	72,8682
Trecho 7-2	36,4341	
Trecho 8-1	48,5091	692,0565
Trecho 8-2	48,5091	
Trecho 8-3	48,5091	
Trecho 8-4	38,0228	
Trecho 8-5	38,0228	
Trecho 8-6	38,0186	
Trecho 8-7	38,0186	
Trecho 8-8	37,9984	
Trecho 8-9	37,9984	
Trecho 8-10	37,9984	
Trecho 8-11	37,9984	
Trecho 8-12	37,9703	
Trecho 8-13	37,9703	
Trecho 8-14	38,6364	
Trecho 8-15	38,6364	
Trecho 8-16	44,6197	
Trecho 8-17	44,6197	
Trecho 9-1	63,9997	673,6758
Trecho 9-2	63,9997	
Trecho 9-3	37,9809	
Trecho 9-4	37,9809	
Trecho 9-5	38,0425	
Trecho 9-6	38,0425	
Trecho 9-7	37,9960	
Trecho 9-8	37,9960	
Trecho 9-9	37,9959	
Trecho 9-10	37,9959	
Trecho 9-11	37,9706	
Trecho 9-12	37,9706	
Trecho 9-13	38,9891	
Trecho 9-14	38,9891	
Trecho 9-15	43,8632	
Trecho 9-16	43,8632	
Trecho 10-1	47,0467	141,1401
Trecho 10-2	47,0467	
Trecho 10-3	47,0467	
Trecho 11-1	48,4250	145,2750
Trecho 11-2	48,4250	
Trecho 11-3	48,4250	

Trechos das Tubulações	Comprimento em metros (m)	Somatoria dos trechos (m)
Trecho 12-1	64,1999	128,3998
Trecho 12-2	64,1999	
Trecho 13-1	69,5858	139,1716
Trecho 13-2	69,5858	
Trecho 14-1	48,3141	144,9423
Trecho 14-2	48,3141	
Trecho 14-3	48,3141	
Trecho 15-1	64,2931	128,5862
Trecho 15-2	64,2931	
Trecho 16-1	68,7868	137,5736
Trecho 16-2	68,7868	
Trecho 17-1	48,1939	144,5817
Trecho 17-2	48,1939	
Trecho 17-3	48,1939	
Trecho 18-1	64,3861	128,7722
Trecho 18-2	64,3861	
Trecho 19-1	68,0071	136,0142
Trecho 19-2	68,0071	
Trecho 20-1	48,0854	144,2562
Trecho 20-2	48,0854	
Trecho 20-3	48,0854	
Trecho 21-1	64,4792	128,9584
Trecho 21-2	64,4792	
Trecho 22-1	67,2236	134,4472
Trecho 22-2	67,2236	
Trecho 23-1	47,2641	141,7923
Trecho 23-2	47,2641	
Trecho 23-3	47,2641	
Trecho 24-1	64,5722	129,1444
Trecho 24-2	64,5722	
Trecho 25-1	66,4454	132,8908
Trecho 25-2	66,4454	
Trecho 26-1	47,8653	143,5959
Trecho 26-2	47,8653	
Trecho 26-3	47,8653	
Trecho 27-1	66,3869	132,7738
Trecho 27-2	66,3869	
Trecho 28-1	65,6088	131,2176
Trecho 28-2	65,6088	

Trechos das Tubulações	Comprimento em metros (m)	Somatoria dos trechos (m)
Trecho 29-1	70,0000	585,2028
Trecho 29-2	70,0000	
Trecho 29-3	70,0000	
Trecho 29-4	70,0000	
Trecho 29-5	70,0000	
Trecho 29-6	70,0000	
Trecho 29-7	30,3414	
Trecho 29-8	67,4307	
Trecho 29-9	67,4307	
Trecho 30-1	52,8574	1518,4889
Trecho 30-2	52,8574	
Trecho 30-3	52,8574	
Trecho 30-4	38,3921	
Trecho 30-5	38,3921	
Trecho 30-6	37,7816	
Trecho 30-7	37,7816	
Trecho 30-8	36,6177	
Trecho 30-9	36,6177	
Trecho 30-10	50,4639	
Trecho 30-11	50,4639	
Trecho 30-12	50,4639	
Trecho 30-13	67,8113	
Trecho 30-14	67,8113	
Trecho 30-15	38,2697	
Trecho 30-16	38,2697	
Trecho 30-17	38,4925	
Trecho 30-18	38,4925	
Trecho 30-19	36,6763	
Trecho 30-20	36,6763	
Trecho 30-21	13,0358	
Trecho 30-22	49,9354	
Trecho 30-23	49,9354	
Trecho 30-24	49,9354	
Trecho 30-25	65,3506	
Trecho 30-26	65,3506	
Trecho 30-27	48,0419	
Trecho 30-28	48,0419	
Trecho 30-29	48,0419	
Trecho 30-30	13,5453	
Trecho 30-31	46,5971	
Trecho 30-32	46,5971	
Trecho 30-33	34,0342	
Trecho 30-34	30,0000	
Trecho 30-35	12,0000	

Trechos das Tubulações	Comprimento em metros (m)	Somatoria dos trechos (m)
Trecho 31-1	67,7681	652,9365
Trecho 31-2	37,4808	
Trecho 31-3	37,4808	
Trecho 31-4	49,7758	
Trecho 31-5	49,7758	
Trecho 31-6	49,7758	
Trecho 31-7	50,0368	
Trecho 31-8	50,0368	
Trecho 31-9	50,0368	
Trecho 31-10	68,7181	
Trecho 31-11	68,7181	
Trecho 31-12	36,6664	
Trecho 31-13	36,6664	
Trecho 32-1	68,8851	68,8851
Trecho 33-1	58,9733	176,9199
Trecho 33-2	58,9733	
Trecho 33-3	58,9733	
Trecho 34-1	70,0000	220,2145
Trecho 34-2	50,0715	
Trecho 34-3	50,0715	
Trecho 34-4	50,0715	
Trecho 35-1	67,0273	217,0972
Trecho 35-2	50,0233	
Trecho 35-3	50,0233	
Trecho 35-4	50,0233	
Trecho 36-1	69,2928	69,2928
Trecho 37-1	66,3039	66,3039
Trecho 38-1	47,4059	313,4746
Trecho 38-2	47,4059	
Trecho 38-3	47,4059	
Trecho 38-4	51,8585	
Trecho 38-5	51,8585	
Trecho 38-6	51,8585	
Trecho 38-7	15,6814	
Trecho 39-1	48,2688	144,8064
Trecho 39-2	48,2688	
Trecho 39-3	48,2688	
Trecho 40-1	67,4839	67,4839
Trecho 41-1	47,4284	142,2852
Trecho 41-2	47,4284	
Trecho 41-3	47,4284	
Trecho 42-1	62,4732	124,9464
Trecho 42-2	62,4732	
Trecho 43-1	61,8381	123,6762
Trecho 43-2	61,8381	

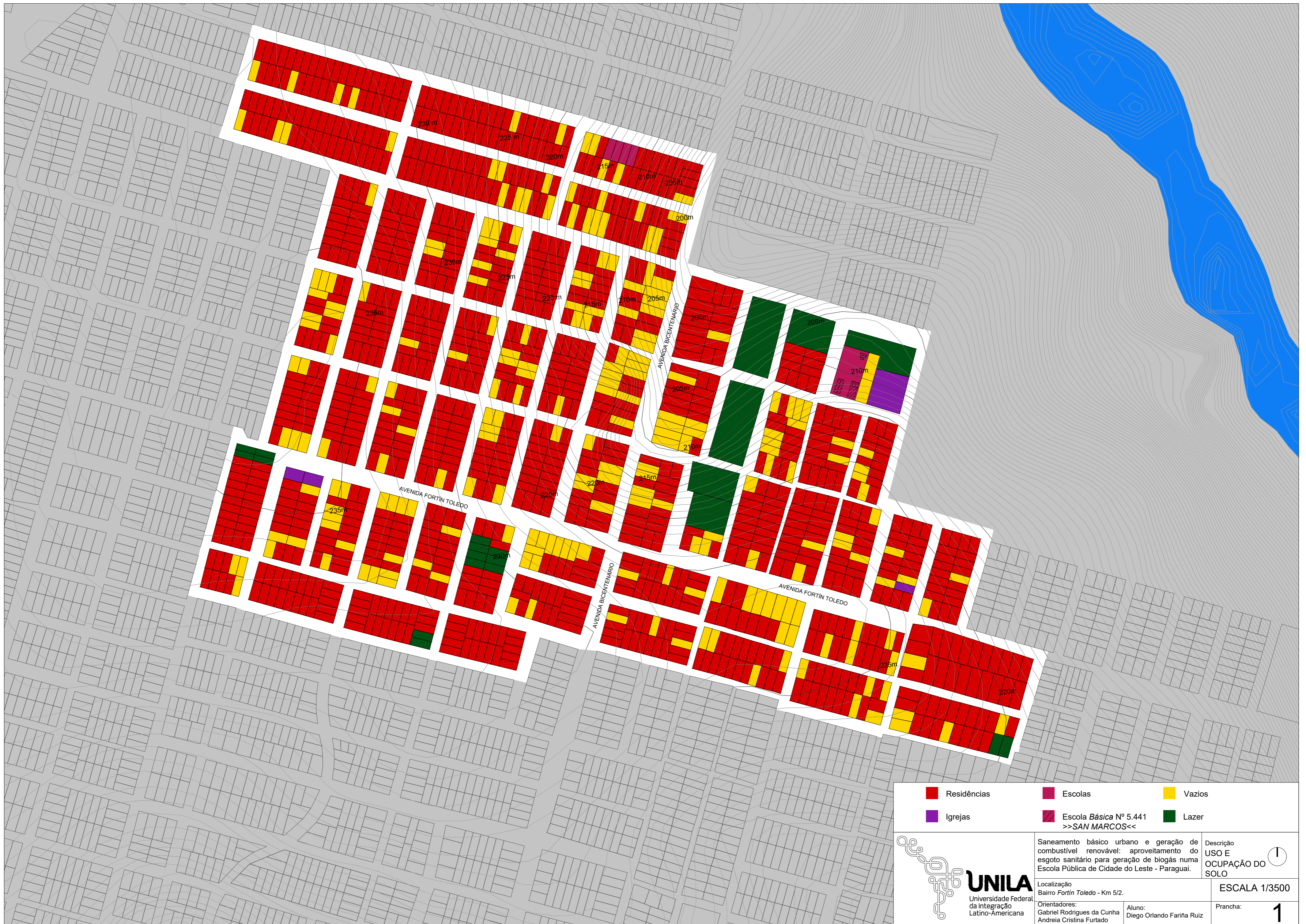
Trechos das Tubulações	Comprimento em metros (m)	Somatoria dos trechos (m)
Trecho 45-1	69,7791	295,4969
Trecho 45-2	48,9436	
Trecho 45-3	48,9436	
Trecho 45-4	48,9436	
Trecho 45-5	39,4435	
Trecho 45-6	39,4435	
Trecho 46-1	69,9479	324,6017
Trecho 46-2	38,0388	
Trecho 46-3	38,0379	
Trecho 46-4	52,6856	
Trecho 46-5	52,6856	
Trecho 46-6	52,6856	
Trecho 46-7	20,5203	
Trecho 47-1	36,1531	72,3062
Trecho 47-2	36,1531	
Trecho 48-1	64,2134	219,6984
Trecho 48-2	64,2134	
Trecho 48-3	45,6358	
Trecho 48-4	45,6358	
Trecho 49-1	66,6074	133,2148
Trecho 49-2	66,6074	
Trecho 50-1	69,6546	69,6546
Trecho 51-1	67,8891	67,8891
Trecho 52-1	67,8891	67,8891
Trecho 53-1	65,3114	130,6228
Trecho 53-2	65,3114	
Trecho 54-1	48,8621	146,5863
Trecho 54-2	48,8621	
Trecho 54-3	48,8621	
Trecho 55-1	68,6001	68,6001
Trecho 56-1	35,5027	219,5426
Trecho 56-2	35,5027	
Trecho 56-3	49,5124	
Trecho 56-4	49,5124	
Trecho 56-5	49,5124	
Trecho 57-1	37,2923	74,5846
Trecho 57-2	37,2923	

Trechos das Tubulações	Comprimento em metros (m)	Somatoria dos trechos (m)
Trecho 44-1	46,7859	962,0797
Trecho 44-2	46,7859	
Trecho 44-3	46,7859	
Trecho 44-4	50,8368	
Trecho 44-5	50,8368	
Trecho 44-6	50,8368	
Trecho 44-7	36,1293	
Trecho 44-8	36,1293	
Trecho 44-9	41,8477	
Trecho 44-10	41,8477	
Trecho 44-11	50,5972	
Trecho 44-12	50,5972	
Trecho 44-13	50,5972	
Trecho 44-14	11,7827	
Trecho 44-15	49,0057	
Trecho 44-16	49,0057	
Trecho 44-17	49,0057	
Trecho 44-18	65,2734	
Trecho 44-19	68,6964	
Trecho 44-20	68,6964	

Trechos das Tubulações	Comprimento em metros (m)	Somatoria dos trechos (m)
Trecho 58-1	50,0311	1497,6674
Trecho 58-2	50,0311	
Trecho 58-3	50,0311	
Trecho 58-4	65,3411	
Trecho 58-5	65,3411	
Trecho 58-6	65,3411	
Trecho 58-7	36,5037	
Trecho 58-8	36,5037	
Trecho 58-9	47,2757	
Trecho 58-10	47,2757	
Trecho 58-11	63,6485	
Trecho 58-12	63,6485	
Trecho 58-13	48,4253	
Trecho 58-14	48,4253	
Trecho 58-15	48,4253	
Trecho 58-16	37,9949	
Trecho 58-17	37,9949	
Trecho 58-18	39,0454	
Trecho 58-19	39,0454	
Trecho 58-20	36,3587	
Trecho 58-21	36,3587	
Trecho 58-22	37,2426	
Trecho 58-23	37,2426	
Trecho 58-24	67,6601	
Trecho 58-25	67,6601	
Trecho 58-26	36,3107	
Trecho 58-27	36,3107	
Trecho 58-28	68,6053	
Trecho 58-29	66,7945	
Trecho 58-30	66,7945	
Trecho 59-1	49,9447	149,8341
Trecho 59-2	49,9447	
Trecho 59-3	49,9447	
Trecho 60-1	37,2075	74,415
Trecho 60-2	37,2075	
Trecho 61-1	66,4708	199,4124
Trecho 61-2	66,4708	
Trecho 61-3	66,4708	
Trecho 62-1	40,0134	238,8982
Trecho 62-2	40,0134	
Trecho 62-3	11,6950	
Trecho 62-4	49,0588	
Trecho 62-5	49,0588	
Trecho 62-6	49,0588	

<b>Trechos das Tubulações</b>	<b>Comprimento em metros (m)</b>	<b>Somatoria dos trechos (m)</b>
Trecho 63-1	36,0126	72,0252
Trecho 63-2	36,0126	
Trecho 64-1	35,9198	71,8396
Trecho 64-2	35,9198	
Trecho 65-1	35,7088	71,4176
Trecho 65-2	35,7088	
Trecho 66-1	35,7233	71,4466
Trecho 66-2	35,7233	
Trecho 67-1	47,8444	143,5332
Trecho 67-2	47,8444	
Trecho 67-3	47,8444	
Trecho 68-1	35,9133	71,8266
Trecho 68-2	35,9133	
Trecho 69-1	64,6197	129,2394
Trecho 69-2	64,6197	
Trecho 70-1	66,8887	268,1574
Trecho 70-2	66,8887	
Trecho 70-3	55,9284	
Trecho 70-4	39,2258	
Trecho 70-5	39,2258	
Trecho 71-1	58,8478	357,1296
Trecho 71-2	58,8478	
Trecho 71-3	61,5823	
Trecho 71-4	61,5823	
Trecho 71-5	41,9727	
Trecho 71-6	41,9727	
Trecho 71-7	32,3240	
Trecho 72-1	62,7953	125,5906
Trecho 72-2	62,7953	
Trecho 73-1	62,2535	124,5070
Trecho 73-2	62,2535	
<b>TOTAL</b>	<b>17720,9170</b>	17720,9170
<b>VAZÃO DO BIODIGESTOR I/s</b>		<b>12,210416</b>
<b>VAZÃO DO BIO. POR TRECHO I/s</b>		<b>1451,2951</b>

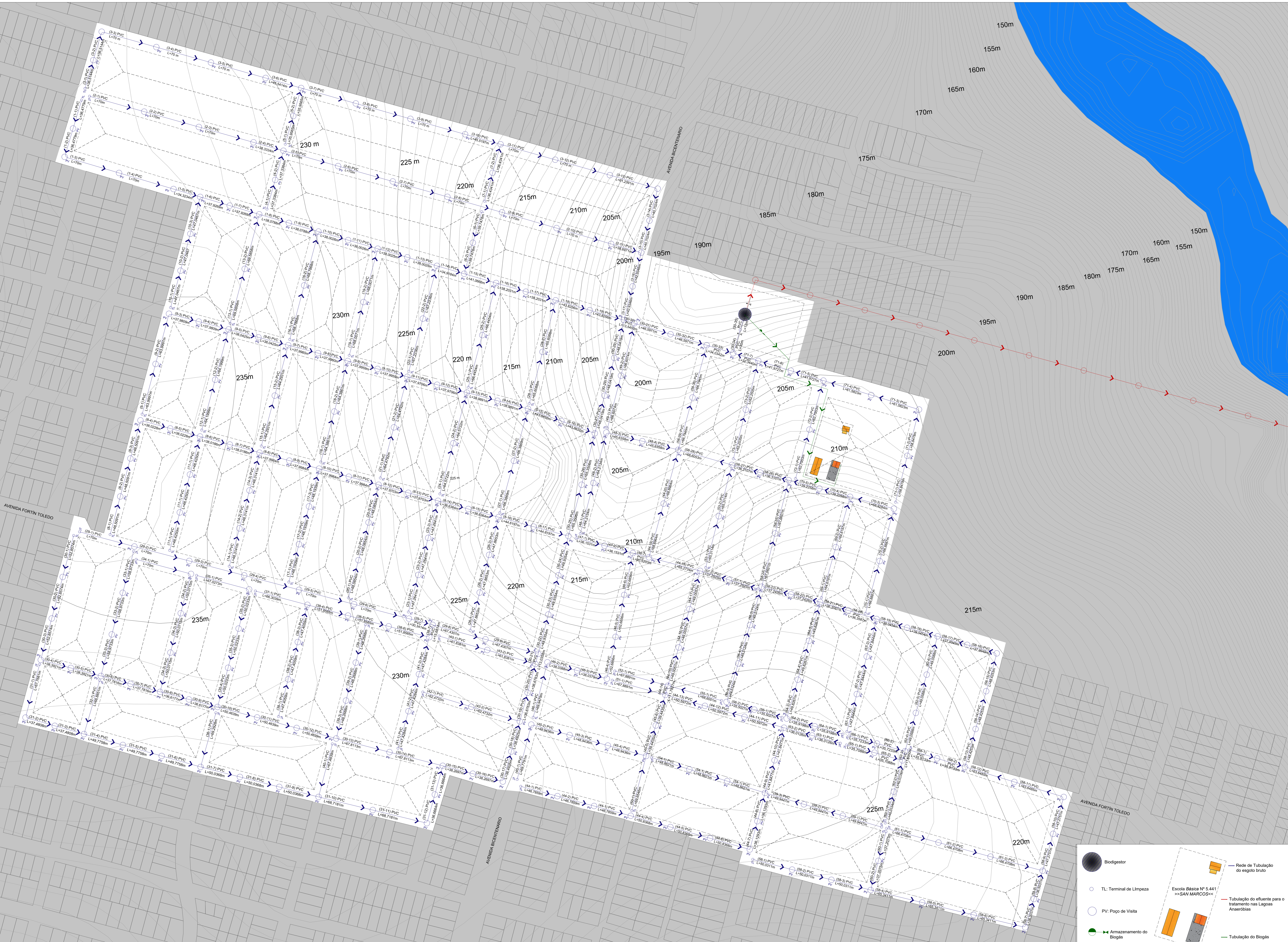




- Residências
- Igrejas
- Escolas
- Escola Básica Nº 5.441 >>SAN MARCOS<<
- Vazios
- Lazer



Saneamento básico urbano e geração de combustível renovável: aproveitamento do esgoto sanitário para geração de biogás numa Escola Pública de Cidade do Leste - Paraguai.		Descrição <b>USO E OCUPAÇÃO DO SOLO</b>
Localização Bairro Fortín Toledo - Km 5/2.		ESCALA 1/3500
Orientadores: Gabriel Rodrigues da Cunha Andreia Cristina Furtado	Aluno: Diego Orlando Fariña Ruiz	Prancha: <span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">1</span>

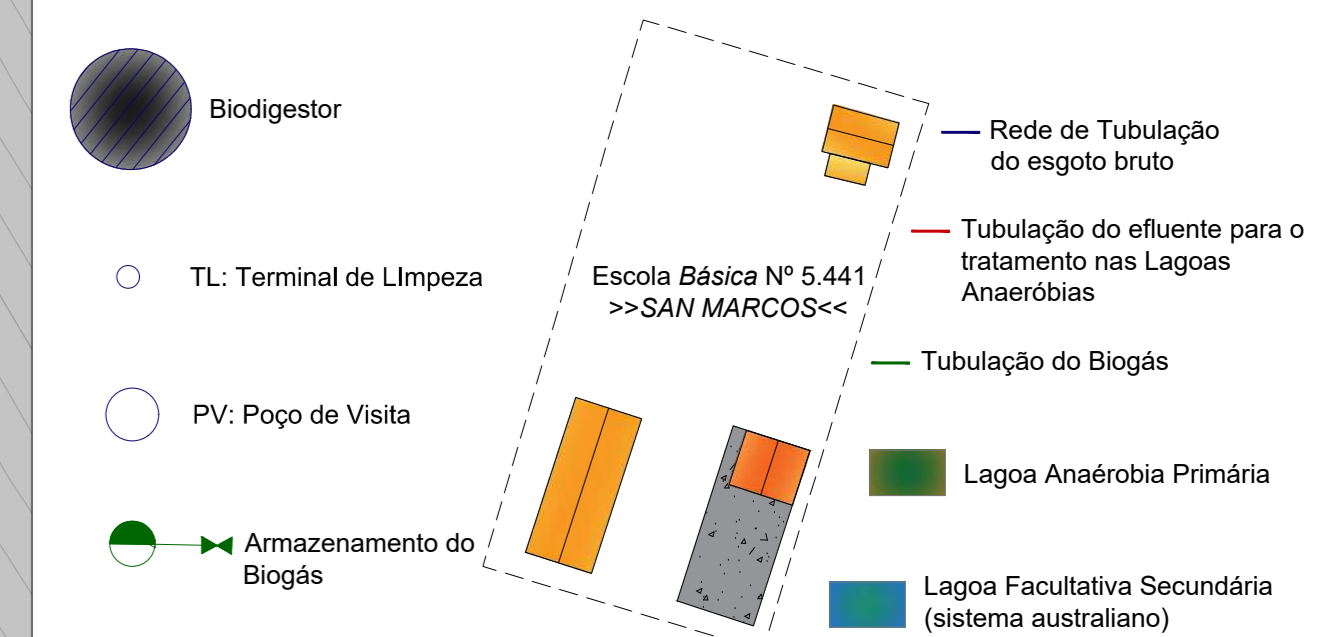
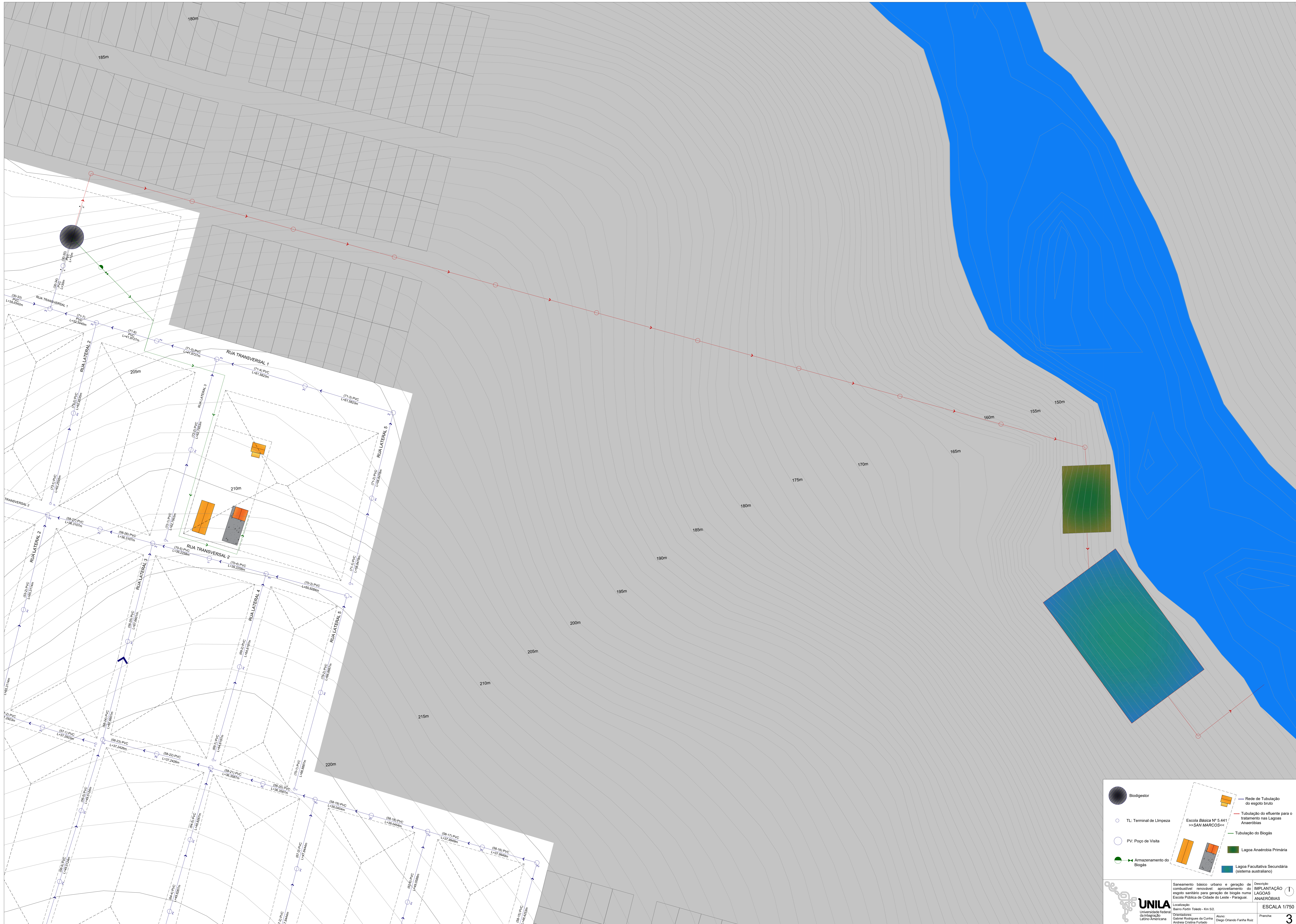


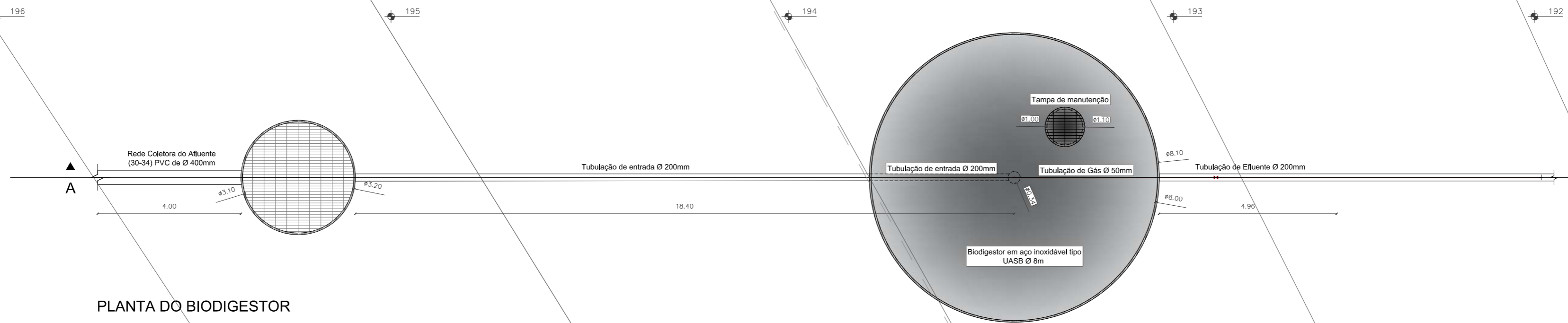
	Biogestor		Rede de Tubulação do esgoto bruto
	TL: Terminal de Limpeza		Tubulação do efluente para o tratamento nas Lagoas Anaeróbias
	PV: Poço de Visita		Tubulação do Biogás
	Armazenamento do Biogás		

**UNILA**  
 Universidade Federal do Rio Grande  
 Instituto de Engenharia de Alimentos

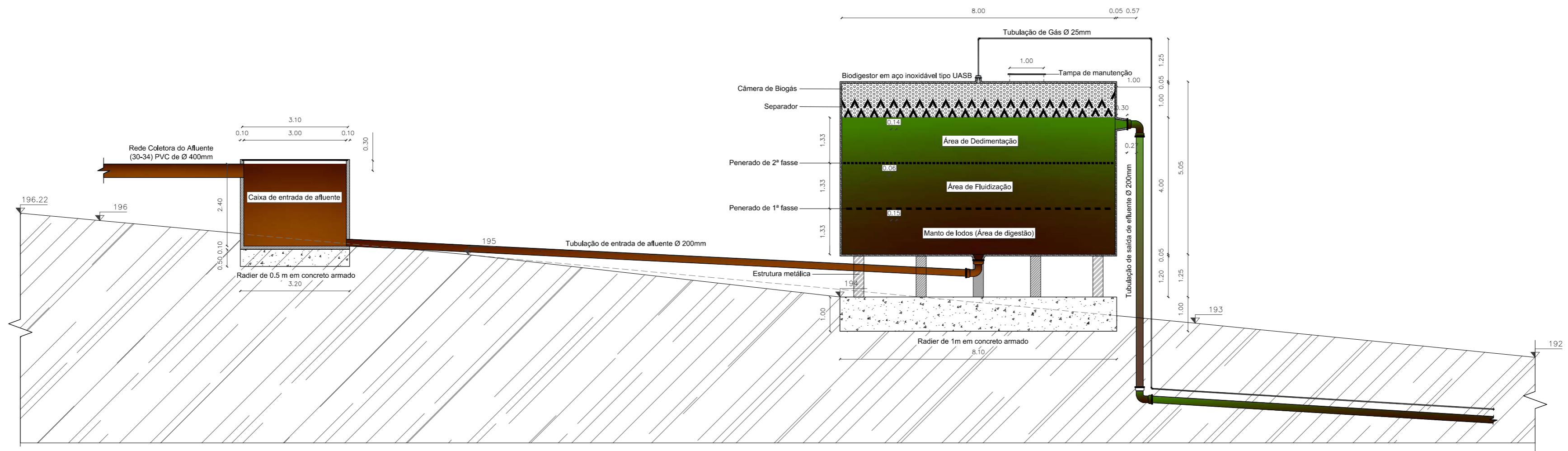
Localização: Bairro Fortin Toledo - Km 52.  
 Orientadores: Gabriel Rodrigues da Cunha, Andreia Cristina Furtado

Descrição: IMPLANTACAO TUBULACAO  
 ESCALA 1/1500  
 Prancha: 2

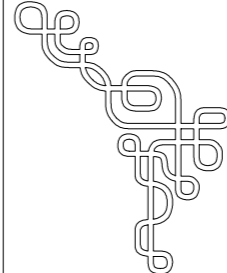




PLANTA DO BIODIGESTOR



CORTE AA'

 <b>UNILA</b> Universidade Federal da Integração Latino-Americana	Saneamento básico urbano e geração de combustível renovável: aproveitamento do esgoto sanitário para geração de biogás numa Escola Pública de Cidade do Leste - Paraguai.	Descrição <b>PLANTA/CORTE DO BIODIGESTOR</b>
	Localização Bairro <i>Fortin Toledo</i> - Km 5/2.	Orientadores: Gabriel Rodrigues da Cunha Andreia Cristina Furtado
		ESCALA 1/100 Prancha: <b>4</b>