



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CAMPUS DE POMBAL-PB

NATÁLIA LINO DE LUCENA

**PROPOSTA DE REUSO DE ÁGUAS CINZA DA RESIDÊNCIA UNIVERSITÁRIA
DA UFCG, *CAMPUS* POMBAL**

**POMBAL-PB
2017**

NATÁLIA LINO DE LUCENA

**PROPOSTA DE REUSO DE ÁGUAS CINZA DA RESIDÊNCIA UNIVERSITÁRIA
DA UFCG, *CAMPUS* POMBAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a ROSINETE BATISTA DOS SANTOS RIBEIRO

**POMBAL-PB
2017**

NATÁLIA LINO DE LUCENA

**PROPOSTA DE REUSO DE ÁGUAS CINZA DA RESIDÊNCIA
UNIVERSITÁRIA DA UFCG, *CAMPUS* POMBAL**

Aprovado em ____ / ____ / ____.

BANCA EXAMINADORA

Profª. Drª. Rosinete Batista dos Santos Ribeiro
(Orientadora – CCTA/UFCG)

Profª Dra. Aline Costa Ferreira
(Examinador Interno – CCTA/UFCG)

Profª Msc. Elisângela Maria da Silva
(Examinador Externo – Pesquisadora)

Pombal – PB

2017

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por ter me ajudado chegar até aqui, em especial aos meus pais que me incentivaram do início ao fim, razão para que eu não desistisse!

AGRADECIMENTOS

À Deus, por estar sempre comigo e me fazer acreditar que o impossível se torna possível quando estamos em sua presença!

À minha família, em especial a meus pais e meu esposo pela compreensão e o apoio dado.

À minha orientadora professora Dra. Rosinete Batista dos Santos Ribeiro, pela confiança, pela paciência e pelas muitas horas que passou me tirando dúvidas, também por compartilhar o exemplo de profissionalismo.

Às professoras Aline Costa Ferreira e Elisângela Maria da Silva, pela disponibilidade de participar de minha banca de defesa.

Aos professores do Curso do CCTA em especial aos do curso de Engenharia Ambiental, pela parcela de contribuição no meu conhecimento.

A todos os meus colegas, pela força, paciência nos momentos mais difíceis, pela alegria.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para que este trabalho fosse construído.

Lucena, N. L. de. **PROPOSTA DE REUSO DE ÁGUAS DA RESIDÊNCIA UNIVERSITÁRIA DA UFCG, CAMPUS POMBAL**. 2017. 42 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB. 2017.

RESUMO

O objetivo da pesquisa é apresentar proposta de reuso de águas da residência universitária da UFCG, *campus* Pombal. Os procedimentos metodológicos se deram através de levantamento bibliográfico sobre o tema abordado, coleta de dados junto à subprefeitura do *Campus* do CCTA da UFCG e por fim a apresentação da proposta de tratamento de reuso de águas cinza e a estimativa do consumo, com os benefícios gerados com o reuso de água em residências. O consumo mensal estimado para a residência é de 243 m³, deste 24,3 m³ (10%) é utilizado para a descarga de vasos sanitários e 90% (218,7 m³) poderia ser reaproveitado. Conclui-se que a proposta de tratamento de esgoto apresenta-se como alternativa viável de acordo com as características do local a ser implantado, tendo como vantagens a redução dos efluentes gerados, diminuição da demanda e maior economia na conta de água e com despesas de limpeza de fossa e baixo custo de implantação e operação, sendo sua implantação justificada pelo fato da possibilidade da água ser reutilizada para os fins que não exigem necessidade de potabilidade.

Palavras-chave: Tratamento simples, Uso eficiente e Intervenção sustentável.

Lucena, N. L. de. **PROPOSAL FOR WATER REUSE OF THE UNIVERSITY RESIDENCE OF UFCG, CAMPUS POMBAL**. 2017. 41 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB. 2016.

ABSTRACT

The goal of this research is to present proposal for water reuse of the University residence of UFCG, campus Pombal. The methodological procedures have taken place through bibliographical survey on the topic discussed, data collection by the subprefecture of CCTA's Campus UFCG and finally the presentation of the proposed treatment of grey water reuse and the estimation of consumption, with the benefits generated by the reuse of water in homes. The monthly consumption in the residence is of 243 m³, m³ (10%) 24.3 this is used to flush toilets and 90% (218.7 m³) could be salvaged. It is concluded that the proposed sewage treatment as a viable alternative in accordance with local characteristics to be deployed, with the effluent reduction benefits generated, decreased demand and greater economy on account of water and cleaning of septic tank and low cost of implementation and operation, your deployment being justified by the fact that the possibility of the water to be reused for purposes that do not require the need of drinking water.

Keywords: Simple treatment, efficient use and Sustainable intervention.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema de tratamento e reuso de águas cinza.	23
Figura 2- Mapa da localização da área de estudo.....	26
Figura 3 – Residência feminina do Campus Pombal/ UFCG.	29
Figura 4 – Vista área do Campus Pombal/ UFCG.....	30
Figura 5 – Layout do sistema de tratamento e reuso proposto.	32
Figura 6 – Planta baixa inferior da residência feminina.....	40
Figura 7 – Planta baixa superior da residência feminina.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
BF – Biofiltros aerados submersos
BFs – Biofiltros
CAGEPA – Companhia de Água e Esgoto da Paraíba
CCTA – Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar
CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
DQO – Demanda química de oxigênio
ETEs – Estações de Tratamento de Esgotos
FGV – Fundação Getúlio Vargas
FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano
IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MBR – Membrane Bio Reactor
NBR – Normas Brasileiras
ONU – Organização das Nações Unidas
OMS – Organização Mundial de Saúde
PAC – Programa de Aceleração do Crescimento
PNSB – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
PROSAB – Programa de Pesquisas em Saneamento Básico
PVC – Policloreto De Vinila
SNIS – Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico
SS – Sólidos suspensos
UASB – Associação Reator Anaeróbio de Manta de lodo e fluxo ascendente
UFES – Universidade Federal do Espírito Santo

SUMARIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	13
2.1	Geral	13
2.2	Específicos	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1	Saneamento básico	14
3.1.1	Lei Federal e o decreto	16
3.2	Águas Cinza	18
3.2.1	Tratamento de águas cinza	19
3.3	Reuso de Água	21
3.4	Estudo de caso sobre o saneamento em Pombal-PB	24
4	METODOLOGIA	25
4.1	Localização da Área de Estudo	25
4.2	Caracterização da área.....	26
4.3	Estimativa do consumo de água na residência.....	26
4.4	Proposta para reutilização das águas cinza da residência	27
4.5	Redução do consumo com a implantação do sistema.....	27
4.5.1	Benefícios adquiridos com a implantação da proposta	28
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1	Caracterização da área de estudo	29
5.2	Estimativa do consumo de água na residência.....	30
5.3	Proposta do sistema de tratamento e reuso de águas cinza	31
5.4	Estimativa da redução do consumo de água após a proposta	32
5.5	Benefícios gerados com a implantação da proposta	33
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
	REFERÊNCIAS	35
	ANEXOS	40

1 INTRODUÇÃO

As crescentes demandas para atendimento aos múltiplos usos da água tais como: abastecimento humano, agricultura, indústria, geração de energia elétrica, lazer, preservação ambiental, dentre outros têm sido fontes de conflitos, pois em virtude do crescimento populacional tem-se o incremento no consumo de água. Todavia, a disponibilidade hídrica mundialmente disponível é constante e o equacionamento entre disponibilidade e demanda torna-se urgente e imperativo, pois, a falta de água além de causar prejuízos econômicos nos setores em que ela é insumo básico, resulta em danos à saúde pública. Somam-se ao indiscriminado aumento da demanda, as agressões aos corpos hídricos, pelo lançamento de efluentes domésticos e industriais sem tratamento e os resíduos provenientes das atividades agrícolas que provocam contaminação e comprometem a qualidade das águas dos mananciais.

A elevação da taxa de crescimento populacional também reflete no aumento da geração de esgoto, cujo lançamento nos corpos hídricos acarreta alterações físicas, químicas e biológicas causando dessa forma danos ao ecossistema do entorno (PERES, 2010). Para minimizar esse problema faz-se necessário investimento na área de saneamento e no tratamento de esgoto sanitário, por meio da implantação de sistemas de tratamento de esgoto que reproduzem, em um menor espaço e tempo, a capacidade de autodepuração dos cursos d'água (PROSAB, 2006).

Vale ressaltar que nem todos os usos necessitam de água tratada, podendo ser adotado o reuso de água para a garantia do seu atendimento. Conforme a NBR 13.969 de 1997, “o esgoto tratado deve ser reutilizado para fins que exigem qualidade de água não potável, mas sanitariamente segura, tais como: lavagem de pisos e de veículos automotivos, irrigação de jardins, na descarga de vasos sanitários, na manutenção paisagística dos lagos e canais com água, na irrigação dos campos agrícolas e pastagens, etc.” O reuso de águas servidas ou água resultante do tratamento de esgotos é regulado pelos algoritmos contidos na Norma ABNT 13.969 de 1997 e na resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH n. 54/05, a qual institui princípios para o reuso direto não potável de água.

Outra opção de reuso refere-se ao de águas cinza (originadas da pia de cozinha, chuveiros, lavagens de roupa e lavatório) que possui baixo potencial de

poluição e pode ser adotado pelos mais variados usuários, isto é, em residências com baixo poder aquisitivo até grandes empresas, pois representa alternativa econômica e de fácil implantação, que é convertido em economia de água e conseqüentemente na redução de despesas. O reuso dessas águas é uma das alternativas mais indicadas no setor de serviços e visa à redução do consumo de água por meio do seu uso em atividades que não necessitam de água potável, tais como: descargas em vasos sanitários, limpeza de pisos, rega de jardim e outros que apresentam usos menos exigentes (nobre).

O objetivo dessa pesquisa foi apresentar uma proposta de intervenção sustentável através do reuso de água na residência feminina do *Campus* da UFCG localizado na cidade de Pombal-PB, tendo em vista a redução do consumo e dos custos, bem como o menor lançamento de efluentes.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Apresentar proposta de reuso de águas da residência universitária da UFCG, *Campus Pombal*.

2.2 Específicos

- Fazer a caracterização da área de estudo;
- Estimar o consumo de água no local de estudo;
- Apresentar o sistema (proposta) para o tratamento das águas cinza;
- Estimar a redução do consumo de água após a proposta;
- Apontar os benefícios gerados com o reuso das águas cinza da residência feminina da UFCG, *Campus Pombal*.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Saneamento básico

De acordo com a Organização Mundial de Saúde - OMS (2008), saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social (PHILIPPI Jr. & MALHEIROS, 2005). Para BRASIL (2005), o saneamento caracteriza o conjunto de ações socioeconômicas que têm por objetivo alcançar salubridade ambiental, sendo fator essencial para saúde, economia e produção de um país.

A salubridade ambiental é definida como sendo o estado de higidez (estado de saúde normal) em que vive a população urbana e rural, tanto no que se refere a sua capacidade de inibir, prevenir ou impedir a ocorrência de endemias ou epidemias veiculadas pelo meio ambiente (GUIMARÃES et. al., 2007).

A utilização do saneamento como instrumento de promoção da saúde pressupõe a superação dos entraves tecnológicos, políticos e gerenciais que têm dificultado a extensão dos benefícios aos residentes em áreas rurais, municípios e localidades de pequeno porte. A maioria dos problemas sanitários que afetam a população mundial está intrinsecamente relacionada com o meio ambiente (GUIMARÃES et. al., 2007).

No Brasil a Lei n. 11.445 apresenta diretrizes para o setor de saneamento básico. Foi aprovada em 5 de janeiro de 2007, estabelecendo as diretrizes nacionais dos serviços e para a política federal de saneamento básico. Essa lei aborda as diretrizes nacionais para o saneamento básico, envolvendo os cinco serviços: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário, gerenciamento de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Visando atrair mais investimentos públicos e privados, e acelerar o acesso à água e à coleta de esgoto no país, esta Lei n. 11.445/07 foi definida como o marco regulatório do Saneamento Básico no país; estabelece a universalização dos serviços de abastecimento de água, rede de esgoto e drenagem de águas pluviais, além da coleta de lixo para garantir a saúde da população brasileira. Neste enfoque, as políticas públicas de saneamento básico, conforme a Lei deverão criar mecanismos de controle social, ou seja, formas de garantir à sociedade informações e participação no processo de formulação das medidas relacionadas ao setor.

A lei também prevê que a negociação de taxas de grandes usuários com prestadores de serviços poderá ser feita desde que haja previsão nas normas de regulação pública. A referida lei permite ainda a elaboração de planos de saneamento para municípios de uma mesma região, cooperação entre os entes federados e criação de fundos de universalização dos serviços públicos. E cria ainda, o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SNIS), que poderá ser acessado pelo público em geral (BRASIL, 2007).

Segundo a mencionada lei, também se torna permitida a contratação de cooperativas ou associação de catadores, com reconhecimento legal, para a realização de coleta seletiva de lixo.

Outra lei jurídica do Brasil que é fundamental para o setor é a Lei dos Consórcios Públicos - Lei 11.107, instituída em 6 de abril de 2005, que estabelece normas gerais para a gestão associada de serviços públicos entre entes federados no caso de objetivos de interesse comum, o que inclui a gestão de serviços de saneamento.

De acordo com o Ministério das Cidades (2007), o marco regulatório prevê controle social por meio de conselhos municipais, estaduais e federal, compostos por representantes da sociedade civil. Os conselhos terão caráter consultivo, mas poderão exercer pressão sobre assuntos ligados ao setor, bem como a fixação das tarifas públicas, por exemplo.

A Lei n. 9.433, de 08 de janeiro de 1997 no Brasil trata da água cinza quando trata das questões de sustentabilidade e qualidade/quantidade dos recursos hídricos, da exigência da outorga com cobrança para lançamento de efluentes (tratados ou não) em corpos hídricos.

Além dessas legislações no país, ainda tem as normas da ABNT que regulam sobre as águas cinza como a ABNT n. 13.969 de 1997 e a resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH n. 54/05, a qual institui que o esgoto doméstico tratado seja utilizado para fins menos nobres, não para o consumo humano, mas de forma sanitariamente segura. A NBR 13.969/1997 explica os procedimentos de como se proceder para o tratamento de esgotos para diversas finalidades, exceto para o consumo humano.

A Resolução CONAMA n. 357, de 17 de março de 2005 dispõe que os efluentes poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água.

Conforme Rebêlo (2011) há várias legislações que estabelecem de forma universal quanto ao reuso de água cinza.

3.1.1 Lei Federal e o decreto

No Brasil, as doenças causadas pela falta ou pelo inadequado atendimento dos serviços de saneamento, especialmente em áreas carentes, têm agravado o quadro epidemiológico, crianças morrem, e muitas são hospitalizadas com doenças ocasionadas pela falta dos serviços relativos ao saneamento básico (FGV, 2008).

Segundo dados da FGV, no ano de 2008, 53% dos brasileiros não tinham acesso à rede geral de esgoto, sendo considerado um dos piores serviços públicos no país, pois, enquanto 92,7% das residências brasileiras eram atendidas pelo serviço de energia elétrica e 75,2% pela rede geral de abastecimento de água, apenas 47% dos domicílios eram assistidos com o serviço de coleta de esgoto. Índice ainda pior é registrado para o tratamento, pois apenas 20% dos esgotos produzidos no Brasil são tratados, ou seja, 80% são lançados sem tratamento em rios, lagos, mares e mananciais (FGV, 2008).

De acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2008), nos últimos anos foi registrada uma melhoria no atendimento destes serviços no Brasil, porém ainda há uma enorme desigualdade na sua oferta. Ainda de acordo com o IPEA, 59,5% da população urbana da região Norte não tem acesso a adequados serviços de saneamento e a região Sudeste tem um percentual ainda pior, visto que apenas 10,7% da população é atendida (IPEA, 2008).

No Brasil, as companhias estaduais de saneamento são responsáveis pelo atendimento dos serviços de água e esgoto de 79% da população. Os demais são atendidos por sistemas operados pelas próprias prefeituras municipais ou mediante convênios com o governo federal (IBGE, 2004).

Segundo a última Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB realizada em 2008, no que se refere à oferta de serviços de água e esgoto, 98% dos municípios brasileiros já dispunham do serviço de abastecimento de água. Ficavam de fora desse contingente somente 116 municípios, situados em sua maioria, nas regiões Norte e Nordeste. E dos 5.507 municípios existentes, apenas 52,2% dispunham de algum tipo de serviço de esgotamento sanitário, independentemente da extensão da rede coletora. A pesquisa informou também que 10,4 milhões de domicílios não dispõem de esgotamento sanitário. Desses, 38,3%, ou seja, quase 4

milhões estão localizados em estados da região Nordeste, representando, 49% do total de domicílios.

Na pesquisa divulgada pelo IBGE (2008), tem-se que o saneamento básico melhorou nos últimos anos no país, porém 1 em cada 4 domicílios ainda não tem rede de esgoto. A pesquisa também apontou outros expressivos dados, a saber: 26,4% dos domicílios ainda não têm acesso à rede coletora ou fossa séptica. Os outros 73,6% dos domicílios brasileiros que recebem serviço de esgoto utilizam rede coletora (51,3%) ou fossa séptica (22,3%).

No que se refere à rede de esgoto regular e casas atendidas, os dados apontam a região Sudeste com o melhor desempenho na ordem de 89,4%; a região Sul com 79,5%; em seguida as regiões Nordeste e Norte com 55,1% e 54,8%, respectivamente. Na última posição aparece a região Centro-Oeste representando um dado significativo na ordem de 47,2% (IBGE, 2008). Das cinco regiões do Brasil, o Centro-Oeste tem o pior cenário em relação ao esgotamento: quase 53% das residências não têm qualquer tipo de saneamento regular. O estado do Mato Grosso lidera a lista do país, com 73,9% de casas sem o serviço (IBGE, 2008).

Levando em consideração apenas a implantação da rede coletora, a região Norte é a pior, com apenas 9,8% das moradias atendidas. Já o serviço de coleta de lixo atinge 87,5% dos domicílios brasileiros, registrando um acréscimo de 0,9% em relação a 2006. O Nordeste segue como último da lista com 73,9% das casas atendidas. O Piauí é pior estado, onde apenas 54,1% das residências têm acesso ao serviço (TUROLLA, 2002).

A partir da divulgação destes dados, a Organização Mundial de Saúde (2008) concluiu que a falta de saneamento causa a morte de 15 mil brasileiros por ano e a Fundação Getúlio Vargas – FGV (2008) afirmou que se os investimentos nesse setor não aumentarem daqui pra frente, o problema só poderá ser resolvido, daqui a 115 anos.

A Organização Mundial da Saúde - OMS (2008) apontou também as consequências que esses dados representam, dentre os quais, os mais significativos e marcantes: várias doenças de veiculação hídrica e o declínio do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) brasileiro. Para mudar este panorama, de acordo com dados da FGV, o País teria que investir, anualmente (ao longo de 20 anos), R\$ 11 bilhões neste setor.

Segundo o Ministério das Cidades (2007), seriam necessários 179 bilhões de reais para solução imediata. O Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), previa a redução da escassez de saneamento básico pela metade até 2015, e a geração de lucro de US\$ 66 bilhões, levando-se em conta, entre outros fatores, a economia com as despesas com pacientes, o ganho de produtividade e a diminuição da mortalidade infantil, no entanto não houve a concretização desta ação.

3.2 Águas Cinza

A palavra água cinza é designada para água servida, derivada do uso de lavatórios, chuveiros, banheiras, pias de cozinha, máquina de lavar roupa e tanque, etc. com exceção da água de vaso sanitário (JERFFERSON et al., 1999; ERIKSSON et al., 2002; OTTOSON e STENSTRÖM, 2003). Entretanto, Christova-Boal et al. (1996) e Nolde (1999), não consideram como água cinza o efluente proveniente de cozinhas, por avaliá-lo altamente poluído, putrescível e com inúmeros compostos indesejáveis, como por exemplo, óleos e gorduras.

Nesta mesma linha de pensamento está a definição contida no Manual da FIESP (Brasil et al., 2005, p. 58), que considera água cinza para reuso o efluente doméstico que não possui contribuição da bacia sanitária e pia de cozinha, ou seja, os efluentes gerados pelo uso de banheiras, chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar roupas.

Para Metcalf & Eddy (2003), as águas cinza são conceituadas como sendo aquelas que podem ser usadas novamente, em aplicações menos exigentes que o primeiro uso, encurtando assim o ciclo da natureza em favor do balanço energético quando ela é recuperada, através da remoção ou não de parte dos resíduos por ela carregada em uso anterior. Para California Graywater Standards (1994), as águas cinza podem ser definidas como resíduos líquidos não tratados originados de edificações residenciais, sem contato com resíduos originados do vaso sanitário, incluindo as águas das pias de cozinha.

Bazzarella (2005, p. 36) expõe o conceito de saneamento ecológico, que visa à separação dos efluentes de diferentes aparelhos, com a intenção de minimizar ou reutilizar esse material.

Vale ressaltar que a utilização de águas cinza para fins não potáveis preserva os recursos hídricos e com isso a água potável seria utilizada exclusivamente para o atendimento das necessidades que exijam sua potabilidade para as necessidades

de abastecimento humano (FIORI; FERNANDES; PIZZO, 2006; SAUTCHUK et al., 2005).

A reutilização de água cinza tratada contribui diminuindo o consumo de água potável, reduzindo também o volume de contaminantes do solo e dos corpos d'água. Em alguns casos, principalmente em edificações de grande porte, a prática do reuso apresenta-se como uma alternativa mais atrativa, em termos econômicos, do que a utilização de águas pluviais (ALVES et al., 2009, p. 274). Tendo em vista que estas águas correspondem até a 80% da água que vai para o esgoto.

3.2.1 Tratamento de águas cinza

O tratamento da água cinza é relativamente simples, dependendo do objetivo do reuso, podendo ser feito nas próprias residências, inclusive com aplicação direta no solo, para irrigação de árvores e jardins, desde que sejam seguidos alguns critérios de ordem sanitária (RIDDERSTOLPE, 2004).

O tipo de tratamento a ser adotado para as águas cinza depende da análise das características dos efluentes, juntamente com as condições de qualidade requeridas para a aplicação de reuso desejada (RAPAPORT, 2004).

Os processos desenvolvidos variam desde sistemas simples em residências até séries de tratamentos avançados para reuso em larga escala (JERFFERSON et al., 1999), conforme apresentado a seguir:

a) Métodos Simples de Tratamento

Os efluentes que terão como destino algum reuso devem passar por um tratamento, para que possam atender às expectativas dos usuários e principalmente para que não comprometam a saúde desses (BRASIL et al., 2005, p. 69):

1– primeiramente deve passar por um dos dois tratamentos abaixo:

- Sistema físico-químico: coagulação, floculação e decantação ou flotação;
- Sistema aeróbio de tratamento biológico de lodos ativados;

2 – sistema físico: sedimentação e filtração simples através de decantador e filtro de areia;

Tratamentos mais simples, ainda podem ser indicados (MAY e HESPANHOL, 2006):

1 – o efluente originado dos chuveiros, lavatórios e da máquina de lavar serão encaminhados ao reservatório de equalização;

- 2 – posteriormente será dirigido ao tratamento biológico (biodisco), para que ocorra a degradação da matéria orgânica;
- 3 – em seguida passará para o reservatório de decantação secundária, a sedimentação acontece em forma de lodo, formado pelo material orgânico já degradado;
- 4 – após isso ele continua até o sistema de filtração para retirada das partículas sólidas ainda dispersas;
- 5 – por último, a água cinza é encaminhada para desinfecção, por adição de cloro.

Os efluentes originados dos esgotos podem ser analisados como uma fonte alternativa de água para prover a demanda por usos específicos, empregando o conceito de reuso de água (SAUTCHÚK, 2004).

O autor Magri et al. (2008, p. 2) traz um outro tipo de tratamento também bastante simples, mas que deixa a desejar quanto as características microbiológicas. Esse tratamento é seguido dos seguintes processos:

- Caixa receptora das águas cinza;
- Filtro anaeróbio de brita;
- Filtro aeróbio de areia;
- Reservatório de água tratada.

O sistema desenvolvido por Magri et al. (2008, p. 9 -10), não foi eficiente na remoção dos indicadores microbiológicos observados, sendo sugerida a integração de uma unidade de desinfecção ao fim do processo.

As mesmas para recuperação de águas cinza são feitas em duas etapas: a primeira consiste em um processo de filtração grosseria ou sedimentação, para remoção dos sólidos de maior tamanho; a segunda etapa consiste de desinfecção. As tecnologias simples fornecem um tratamento de águas cinza com baixa eficiência em termos de remoção de matéria orgânicos e sólidos. Em números, estes métodos proporcionam remoções médias de 70, 56 e 49% para demanda química de oxigênio (DQO), sólidos suspensos (SS) e turbidez, respectivamente (PIDOU et al, 2007).

b) Método de Desinfecção

A desinfecção é um processo para eliminar os microrganismos patogênicos, objetivando produzir uma água esterilizada. Existem dois fatores importantes no

processo de desinfecção, o tempo de contato e a concentração do agente desinfetante (BORTONE et al., 1999).

c) Sistemas biológicos

O tratamento biológico de água cinza é promovido para retirar o material biodegradável e é indicado especialmente para sistemas de reuso que possuem grandes redes de distribuição. Esses procedimentos, biorreatores MBR com membranas (inglês membrane bio-reactor), ajustam reatores de lodo ativado com membranas de micro filtração (KISHINO et al., 1996).

Associação Reator Anaeróbio de Manta de lodo e fluxo ascendente (UASB) + Biofiltros Configurações de Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) associando em série reatores UASB e BFs já têm sido objeto de pesquisa pela Universidade Federal do Espírito Santo - UFES desde 1996 (BOF, 1996; VERONEZ, 2001). No Brasil, associações em série de reatores UASB e biofiltros aerados submersos (BF) já são utilizadas largamente como solução para o tratamento de esgoto em pequenos e médios municípios (GONÇALVES, et al., 2001).

3.3 Reuso de Água

Por definição, reuso de água é a reutilização da água após tratamento adequado, destina-se a diferentes propósitos, com o objetivo de preservar os recursos hídricos existentes e garantir a sustentabilidade (FERNANDES et al., 2006, p. 20).

Sobre o reuso, Hespanhol (2003, p. 413) faz algumas observações acerca das possibilidades e formas potenciais de reuso, nas quais afirma que as mesmas dependem, evidentemente, das características, condições e fatores locais, tais como decisão política, esquemas institucionais, disponibilidade técnica e fatores econômicos, sociais e culturais. O autor ainda avalia que fatores relacionados ao processo de reuso, como os custos de implantação, de manutenção, de operação, a exigência de tratamento, a qualidade da água e também parâmetros de segurança que venham a ser adotados, dependerão e estão intimamente ligados ao destino que se dará a água reutilizada.

De acordo com Westerhoff (1984), os tipos de reuso das águas podem ser classificados em:

a) reuso indireto não planejado: ocorre quando a água já utilizada uma ou mais vezes em alguma atividade humana é descarregada no meio ambiente e novamente utilizada a jusante, em sua forma diluída, de maneira não intencional e não controlada;

b) reuso planejado: ocorre quando o reuso é resultado de uma ação humana consciente, adiante do ponto de descarga do efluente a ser usado de forma direta ou indireta;

c) reuso direto planejado: ocorre quando os efluentes, após devidamente tratados, são encaminhados diretamente de seu ponto de descarga até o local de reuso;

d) reuso indireto planejado: ocorre quando os efluentes, depois de convenientemente tratados, são despejados de forma planejada nos corpos d'água superficiais ou subterrâneos, para serem utilizados a jusante em sua forma diluída e de maneira controlada, no intuito de algum uso benéfico.

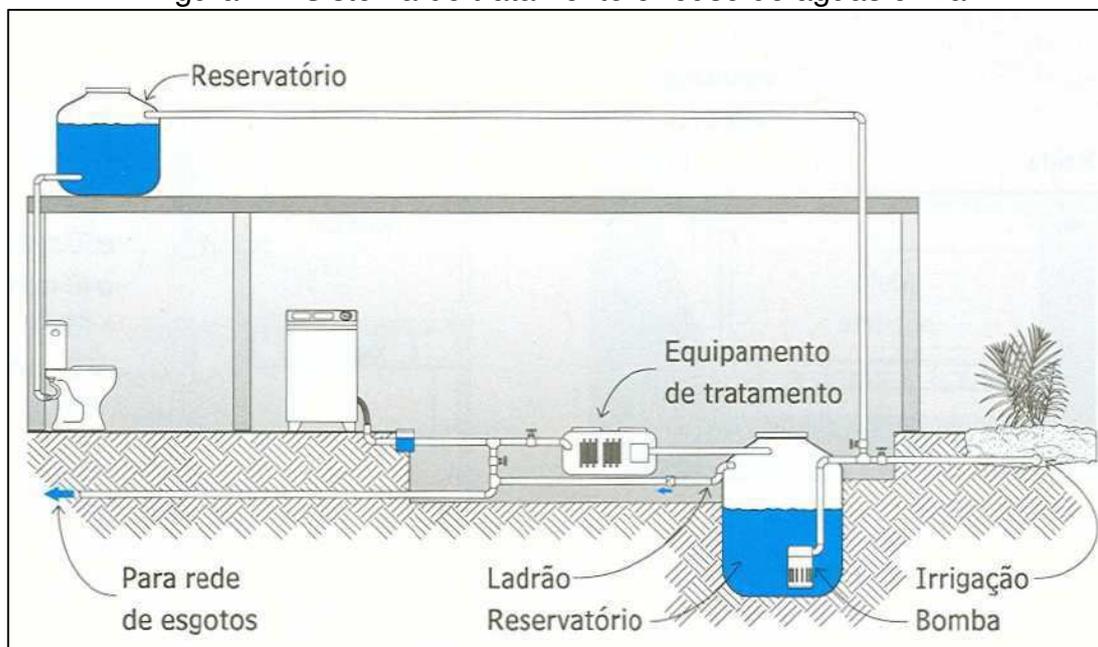
Quanto ao uso dos efluentes tratados há diversas metodologias, mas as principais são as citadas por Hespanhol (2003, p. 415) que destaca as seguintes possibilidades para os efluentes tratados: irrigação de vegetações; reservas para sistemas de proteção contra incêndios; descarga de vasos sanitários em edifícios públicos, comerciais e industriais; emprego na construção civil; lavagem de automóveis e trens e peças decorativas, como chafarizes, fontes, quedas d'água, espelhos d'água, etc. e a NBR 13.969 de 1997 que relata para o caso do esgoto sendo de origem essencialmente doméstica ou com características similares, deve ser reutilizado para fins que exigem qualidade de água não potável, mas sanitariamente segura, tais como irrigação dos jardins, lavagem dos pisos e dos veículos automotivos, na descarga dos vasos sanitários, na manutenção paisagística dos lagos e canais com água, na irrigação dos campos agrícolas e de pastagens etc.

O reuso de água não é um conceito novo e ocorre no planeta desde tempos atrás, quando se verifica a sua prática na Grécia Antiga, para o uso da irrigação, sendo que atualmente com o aumento da demanda esse método vem se tornando cada vez mais necessário (CETESB, 2012).

Nas últimas décadas, o reuso de água tem ocorrido segundo duas óticas, isto é, como instrumento para redução do consumo de água (controle de demanda) e como recurso hídrico complementar (RODRIGUES, 2005).

Na FIG. 1 está representado um exemplo de sistema de reuso de águas cinza.

Figura 1 – Sistema de tratamento e reuso de águas cinza.



Fonte: (VIGGIANO, 2005, p. 77).

O reuso planejado de águas servidas, em especial o de águas cinza, é um tema recente, começou a ser estudado a partir do século XX de forma rústica, com o passar do tempo começou sendo aplicado em edificações, ele resulta em economia de água potável e de energia elétrica e menor produção de esgoto sanitário nas edificações. Em uma visão macro, resulta em preservação dos mananciais, por diminuir a quantidade de água captada e por reduzir o lançamento de esgoto pelas áreas urbanas, além de reduzir o consumo de energia elétrica no tratamento da água e do esgoto (GONÇALVES et al, 2001).

Para Philippi (2003), o reuso de água é uma alternativa muito eficaz na conservação de água potável.

O reuso de água cinza é vantajoso por apresentar baixa concentração de matéria orgânica, contribuir para a sustentabilidade hídrica e ajudar na economia da conta de água (SANTOS, 2008).

3.4 Estudo de caso sobre o saneamento em Pombal-PB

Nascimento et al. (2013) elaboraram uma pesquisa sobre uma proposta de saneamento básico para Pombal e relataram que os esgotos do município em bairros carentes e mais afastados do centro são lançados a céu aberto, tendo relação direta com o número de internações hospitalares. Dessa forma foi proposto a implantação do sistema de esgotamento sanitário para todos os bairros da cidade.

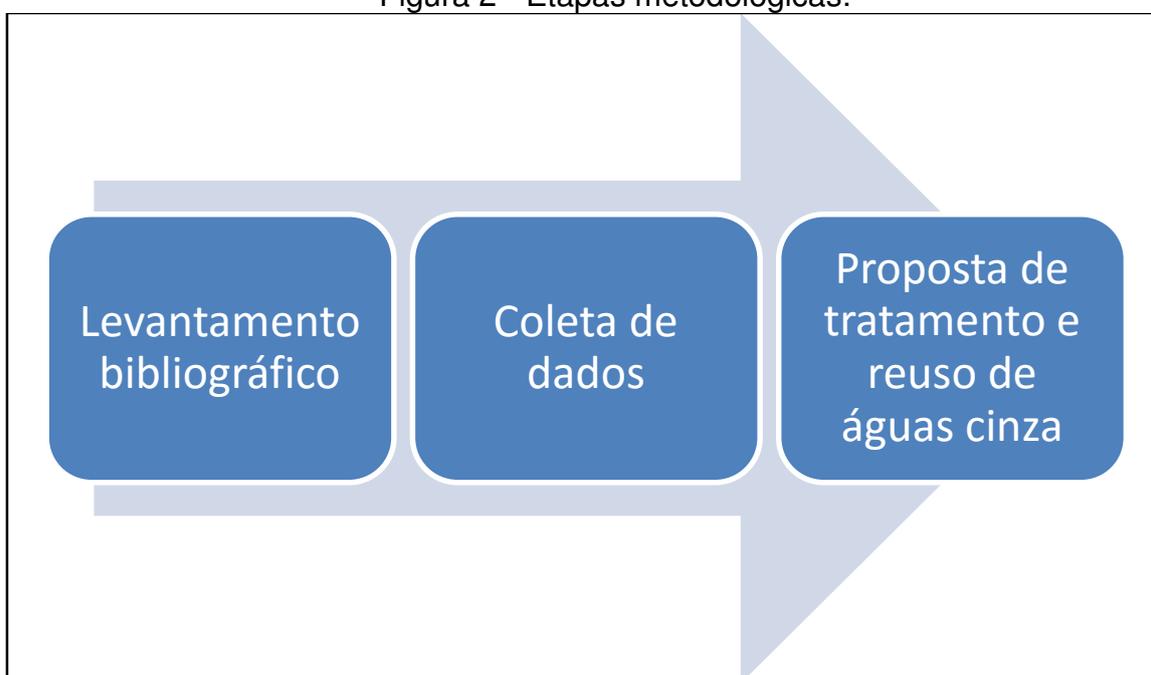
Freitas (2016) desenvolveu um trabalho onde argumentou uma proposta para o tratamento de efluentes do *campus* UFCG de Pombal/PB. Nesse trabalho o autor sugeriu um sistema de processo anaeróbio com reator UASB seguido por Lodo Ativado Convencional, pois também se tem a contribuição dos efluentes dos laboratórios que apresenta uma contaminação maior que do restante dos prédios. A proposta foi indicada devido ao fato de ser um sistema compacto, não necessitando de grandes áreas para implantação, assim como também um sistema de custo menor e com baixo tempo de detenção hidráulico.

Melo (2016) desenvolveu um estudo sobre o reuso de águas cinza para uma queijaria em Pombal-PB. O soro era utilizado para alimentação de suínos, assim para o esgoto constituído das águas servidas das pias, chuveiros e lavanderias foi apontado um sistema de tratamento com apenas duas etapas, a primeira era constituída de um filtro de duas camadas e a segunda fase de um depósito para receber o efluente da unidade anterior, cujo líquido está clarificado devido ao processo de filtração. Nesta unidade foi indicado processo de desinfecção para inativar os microrganismos existentes, além da remoção de cor e odor.

4 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da pesquisa, inicialmente foi feito um levantamento bibliográfico sobre o tema abordado, visando um maior embasamento teórico em seguida, buscou-se dados secundários (informações) relevantes à pesquisa junto à subprefeitura do *Campus* do CCTA da UFCG, e por fim, foi apresentada uma proposta de tratamento e reuso de águas cinza da residência feminina, bem como a estimativa do consumo com a implantação da medida e os benefícios gerados com o reuso de água em residências, como apresentado na FIG.2.

Figura 2 - Etapas metodológicas.

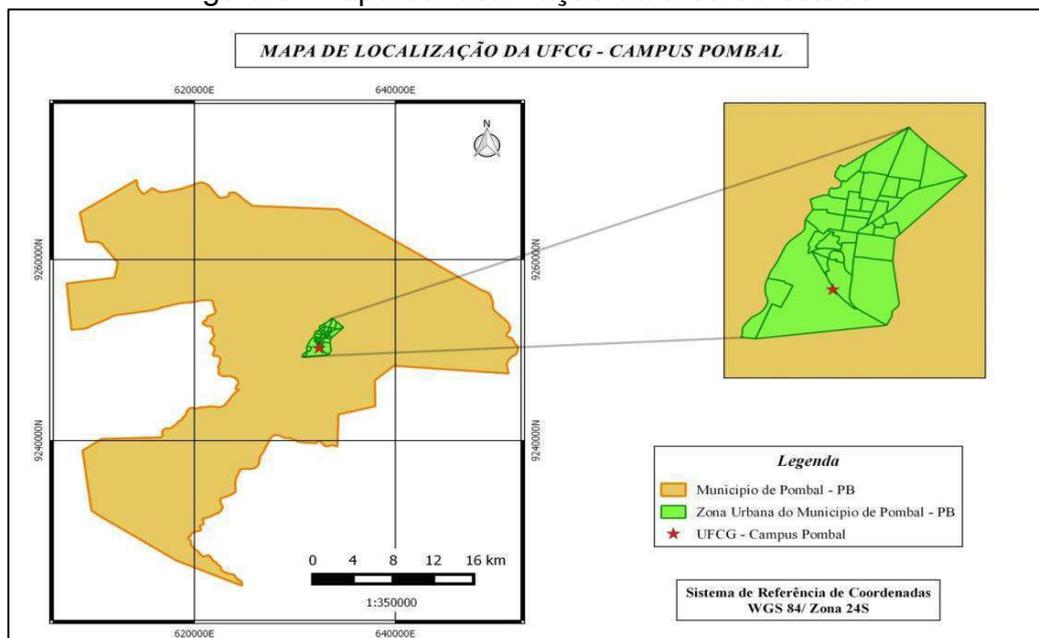


Fonte: Autoria própria.

4.1 Localização da Área de Estudo

O objeto deste estudo foi a residência universitária feminina do *Campus* do CCTA/UFCG localizado na cidade de Pombal (FIG. 3), situada na região oeste do estado da Paraíba e na Mesorregião do Sertão Paraibano, distante 370 km da capital João Pessoa.

Figura 3- Mapa da localização da área de estudo.



Fonte: Freitas et al. (2016)

4.2 Caracterização da área

O diagnóstico da área se deu por meio de visitas *in loco*, registros fotográficos, revisão bibliográfica e de levantamento de dados junto à subprefeitura do *Campus*, onde buscou-se conhecimento da área de estudo no que tange as seguintes informações: população residente, área ocupada, número de cômodos e consumo de água, como se apresentam nas plantas baixas da residência feminina em anexo.

4.3 Estimativa do consumo de água na residência

O consumo mensal de água registrado na residência foi estimado levando em consideração o número de alunas residentes, trinta dias mensais e o consumo per capita do estado da Paraíba de acordo com a ONU (Organização das Nações Unidas), calculado conforme equação a seguir:

$$\text{Consumo} = 30 * N * c \quad (\text{Equação I})$$

Onde:

N = População residente (hab)

c = Consumo *per capita* (l/hab.dia).

4.4 Proposta para reutilização das águas cinza da residência

Com o novo sistema a fossa séptica passa a receber apenas a contribuição do esgoto do vaso sanitário, enquanto os efluentes líquidos das demais instalações serão conduzidos para o sistema de tratamento e reuso.

O tratamento será feito em duas etapas, a primeira consiste de um filtro composto de uma caixa de PVC preenchida com uma camada de 80 cm de areia e outra onde será realizada a desinfecção.

O efluente do primeiro tanque será conduzido para o segundo também de PVC onde será adicionado o cloro para inativar os microrganismos presentes. Após o tratamento, o efluente tratado será conduzido para um reservatório superior que abastecerá as descargas dos vasos sanitários. O transporte de água do reservatório até as descargas dos banheiros será feito por canalizações de cor diferente da tubulação de água potável, para indicar que é água de reuso, também poderá ser adicionado um corante.

4.5 Redução do consumo com a implantação do sistema

Para estimar a redução do consumo após a adoção da medida, foi inicialmente calculado o consumo mensal de água na residência, levando em consideração o consumo médio per capita da ONU e a quantidade de estudantes residentes. Calculou-se também o consumo nas descargas dos banheiros (águas negras), considerando o volume de 6 litros das descargas acopladas e três acionamentos diários por cada residente. Em seguida foi calculada a demanda de água nas demais instalações (águas cinza), para isso foi utilizada a Equação II a seguir:

$$V_{\text{águas cinza}} = V_{\text{total}} - V_{\text{águas negras}} \quad \text{(Equação II)}$$

Onde:

V_{total} – É o volume gerado em todas as instalações sanitárias ou o consumo total de água;

$V_{\text{águas cinza}}$ – É o volume gerado em todas as instalações sanitárias, com exceção as do vaso sanitário;

$V_{\text{águas negras}}$ – É a contribuição afluyente dos vasos sanitários.

4.5.1 Benefícios adquiridos com a implantação da proposta

Esses dados foram obtidos através das visitas em campo, procurando identificar o destino dos esgotos e os poluidores potenciais.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização da área de estudo

De acordo com as informações obtidas na subprefeitura, o *Campus* possui dois blocos residenciais, um para estudantes do sexo masculino e outro do sexo feminino. Cada bloco é formado por dois pavimentos (um inferior e outro superior). Abrange uma área total de 422,32 m², contendo dois pavimentos, num total de 36 cômodos distribuídos da seguinte forma: 14 quartos, cada quarto com um banheiro, uma sala de estudo, uma copa e duas salas de estar.

Segundo Freitas *et al.* (2016), na residência feminina (FIG. 4) residem 45 estudantes dos cursos de Agronomia, Engenharia Ambiental, Engenharia de Alimentos e Engenharia Civil. O abastecimento de água do *campus* é feito pelo sistema de distribuição de água da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA), para os diversos usos tais como: limpeza predial, descargas sanitárias, chuveiros, pias, bebedouros, restaurante universitário, laboratórios, rega de jardim, dentre outros. Os efluentes gerados na pia, lavatórios, lavanderia, chuveiros e vasos sanitários da residência são encaminhados para fossa séptica com capacidade de acumulação de 8m³.

Figura 4 – Residência feminina do Campus Pombal/ UFCG.



Fonte: Autoria própria.

Figura 5 – Vista área do Campus Pombal/ UFCG.



Fonte: *Google Earth Pro*, (2016).

5.2 Estimativa do consumo de água na residência

Para quantificar o consumo de água na residência foi levado em consideração o total gasto nos vasos sanitários e o total em litros de águas cinza que é lançado fora. Os cálculos foram realizados para 30 dias, tendo em vista que as estudantes da residência não viajam com frequência, permanecendo muitas vezes por cerca de seis meses, necessitando assim a realização de várias lavagens de roupas.

De acordo com a Organização das Nações Unidas – ONU (2008), o consumo médio *per capita* de água é de 200 litros/dia, para atender as necessidades de consumo e higiene. Nesse estudo adotou-se um consumo inferior ao estabelecido pela ONU, isto é, foi adotado o valor de 180 litros diários por habitantes devido as estudantes não permanecerem tempo integral na residência. Assim, multiplicando esse valor pelo número de alunas tem-se que diariamente são usados 8.100 litros. Considerando 30 dias mensais, o consumo mensal de 243.000 litros, o que equivale a 243 m³ de água.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (2008), para descargas acopladas são necessários, em média, 6 litros de água por cada acionamento. Considerando

que todos os banheiros da residência contam com esse tipo de sistema de descarga e que cada residente aciona três vezes por dia, obtém-se 810 litros/dia. Multiplicando esse valor pelo total de dias mensais, tem-se que por mês são gastos 24.300 litros (24,3 m³) de água nos vasos sanitários, constituindo-se de efluentes líquidos (águas negras).

O total de águas cinza gerado é calculado a partir do volume total, sem a participação das águas negras. Dessa forma o total é de 218.700 litros (218,7 m³) mensais de águas cinza que poderia ser reutilizada para usos menos exigentes e está sendo desperdiçada.

A contribuição média diária dos vasos sanitários é superior nos finais de semana e nos dias em que as estudantes ficam em casa, o que pode resultar num maior consumo de água potável e maior contribuição de esgoto para a fossa séptica. Com a adoção da medida ocorrerá a redução do consumo de água potável pelo reuso e reduzirá a vazão de contribuição afluyente do atual sistema de tratamento de esgoto da residência.

Comparando o consumo médio diário da residência universitária de 8100 litros (8,1 m³) calculado anteriormente, com a capacidade máxima de acumulação da fossa de 8 m³, percebe-se que a contribuição de esgoto é superior a capacidade de acumulação da fossa, resultando em vazão extra e gerando vários impactos ambientais e sociais.

5.3 Proposta do sistema de tratamento e reuso de águas cinza

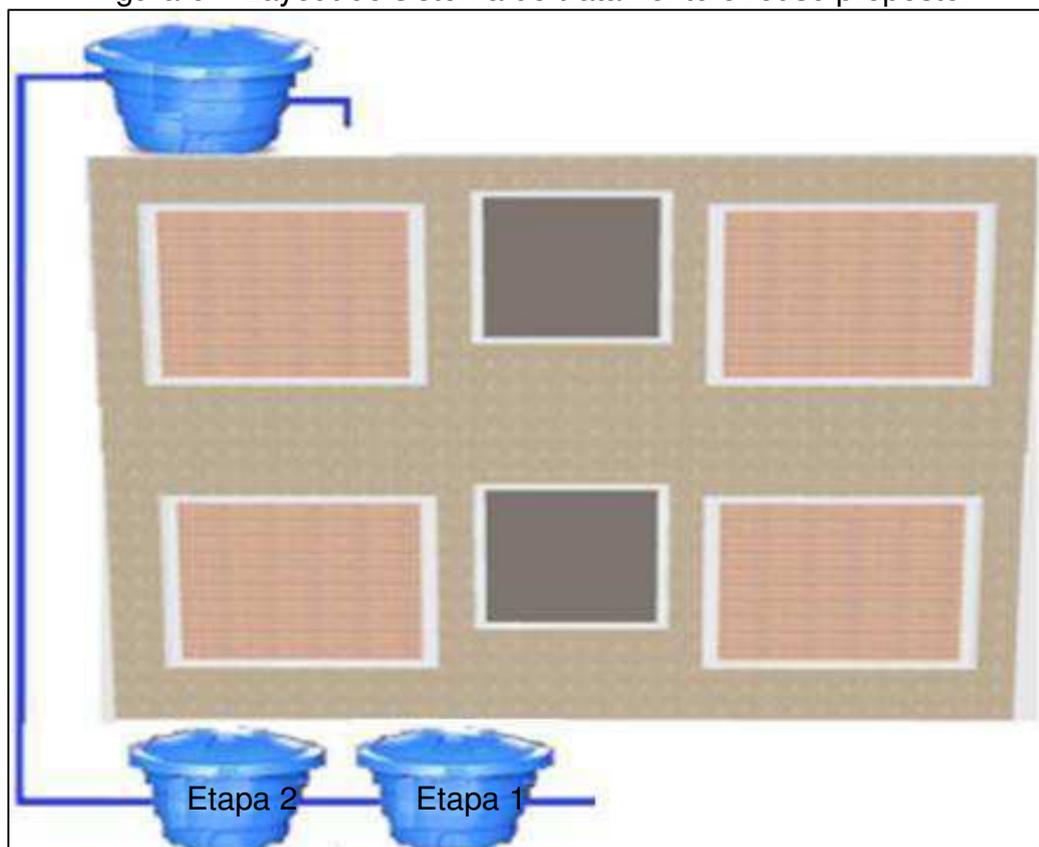
A proposta apresentada nesse estudo (FIG.6) visa minimizar impactos sociais e ambientais decorrentes dos efluentes gerados na residência feminina do *Campus* da UFCG da cidade de Pombal-PB e ainda promover o uso racional da água pelo reuso para fins não nobres. Tendo em vista que a cidade não possui sistema de tratamento de esgoto e que o serviço de esgotamento sanitário vem sendo implantado pouco a pouco, os esgotos são coletados por canalizações e enviados para unidades de fossas sépticas instaladas nas proximidades dos prédios para que não sejam lançados a céu aberto e assim atendam aos requisitos mínimos exigidos pela legislação quanto ao lançamento de esgotos.

O atual sistema de esgotamento sanitário do *campus* é composto por fossas sépticas, porém segundo informações obtidas na subprefeitura, o sistema não tem

vala de infiltração devido ao solo ser rochoso, assim sendo, o *Campus* conta com tratamento apenas a nível primário (FREITAS et. al., 2016).

Dessa forma são gerados impactos sócio-ambientais, como a presença de insetos, contaminação dos solos e água onde os esgotos são lançados. Foram identificados problemas, não somente relacionados às águas cinza, mas também às águas negras, por ser um sistema insuficiente para atendimento da vazão de contribuição e resultar em transbordo da vazão das fossas, trazendo transtornos tanto aos que frequentam o *campus* como também aos alunos residentes. Segundo informações da subprefeitura no intuito de evitar problema com transbordo, é realizado um esvaziamento periódico das fossas por empresas especializadas.

Figura 6 – Layout do sistema de tratamento e reuso proposto.



Fonte: Autoria própria

5.4 Estimativa da redução do consumo de água após a proposta

O consumo mensal atual na residência é de 243 m³, deste 24,3 m³ (10%) são águas negras e os 90% (218,7 m³) restante com as demais instalações que poderia ser reaproveitado.

5.5 Benefícios gerados com a implantação da proposta

A proposta trará como benefício a destinação final adequada das águas cinza e conseqüentemente reduzirá os transtornos pelo lançamento inadequado dessas águas. Além disso, o seu reuso promoverá uma economia considerável no consumo de água da residência, que conseqüentemente reduzirá a conta de água.

Os benefícios serão os impactos positivos produzidos no meio social, econômico e ambiental.

Para o meio social, serão alcançados os seguintes benefícios: retirada do esgoto das ruas; menor propagação de vetores; menor probabilidade das pessoas adquirirem doenças por veiculação hídrica (ALMEIDA; SIMÃO, 2010), além da melhoria na autoestima.

Para o meio econômico os benefícios estão relacionados com a redução do pagamento com a conta de água e com a menor frequência de empresas especializadas em esvaziar fossas reduzindo o custo com o pagamento, pois, o consumo poderá sofrer uma redução de até 90 % do consumo atual e também reduzirá a vazão de contribuição afluyente da fossa séptica e conseqüentemente garantirá um melhor tratamento e menos danos ambientais e sociais no local.

Sob a ótica ambiental, os benefícios referem-se a: redução do volume de resíduos lançados nos esgotos, minimização de retirada de água dos mananciais e preservação dos corpos hídricos receptores desses esgotos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A residência feminina está localizada no *Campus* do CCTA da Universidade Federal de Campina Grande no município de Pombal – PB. O sistema de tratamento de efluentes, composto por uma fossa séptica localizada nas proximidades da residência é insuficiente devido ao seu pequeno volume e por não conter processos de infiltração, podendo causar impactos adversos tanto ao meio ambiente como a população acadêmica.

É importante destacar que diante de tal situação torna-se necessário o uso de um sistema de tratamento de águas cinza, uma vez que, essa é a maior contribuição do esgoto gerado no prédio e que se adeque as condições do local, para evitar problemas presentes e futuros, pois a população acadêmica só tende a crescer.

A proposta de tratamento de esgoto, constituída de um filtro de areia e um tanque de desinfecção apresenta-se como alternativa viável de acordo com as características do local a ser implantado, tendo como vantagens a redução dos efluentes gerados, diminuição da demanda de água, economias na conta de água e com despesas de limpeza de fossa e baixo custo de implantação e operação. Acrescenta-se ainda, que sua implantação se justifica pelo fato de que a água poderá ser reutilizada para os fins que não exigem necessidade de potabilidade.

Vale ressaltar a limitação de tempo para realização deste estudo, assim sendo, sugere-se a sua continuidade e complementação em trabalhos futuros, isto é, que ele seja expandido para o bloco da residência masculina e que seja feito o cálculo dos custos de implantação da proposta e ainda, que esta medida seja adotada em outros *campi* da universidade.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13.969**: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação, 1997.

ALMEIDA, K. D. S.; SIMÃO, M. O. A. R. **A percepção de alunos do ensino médio sobre o desperdício de água no ambiente escolar**: estudo de caso em duas escolas públicas de Manaus. XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ) – Brasília, DF, 2010.

ALVES, W. C.; KIPERSTOK, A.; ZANELLA, L.; PHILIPPI, L. S.; SANTOS, M. F. L.; VALENTINA, R. S. D.; OLIVEIRA, R. V.; GONÇALVES, R. F. (Coord.). **Conservação de Água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro: ABES, 2009. p. 219-224. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Disponível em: www.finep.gov.br/prosab/livros/prosab5_tema%205.pdf. Acesso em: 20 fev. 2017.

BAZZARELLA, B. B. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não potável em edificações**. 2005. 165f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-graduação em engenharia ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. Disponível em: http://www.ct.ufes.br/ppgea/files/Bazzarella_BB_2005.pdf. Acesso em: 28 fev. 2017.

BOF, L. **Ecologia: grito da terra, grito dos pobres**, 2.ed. São Paulo: Ática, 1996.

BORTONE, B; CIMATTI, E.; FAILLA, BIAGIO; SPADONI, M.; STANTE, L. **Inovative water saving systems in households in Europe**. 2nd Inter-Regional Conference on Environment-Water 99. 1999.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução Nº 357**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mar. 2005.

_____. **Lei 11.445 de 5 de janeiro de 2007** - Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília-DF, janeiro de 2007.

_____. **Lei Nº 9433**, de 08 de janeiro de 1997. Dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 09 jan.1997.

_____. **Lei nº 11.107**, de 6 de abril de 2005. Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 6 de abril de 2005.

_____. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Resolução nº 54**, de 28 de novembro de 2005 - Estabelece critérios gerais para reuso de água potável. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília – DF, novembro de 2005.

CALIFORNIA GRAYWATER STANDARDS. **Graywater systems for single family dwellings**. Código Administrativo da Califórnia. Título 24. Parte 5, 1994.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Índices de qualidade das águas**. São Paulo: CETESB, 2012. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%A1guas-superficiais/108-%C3%ADndices-de-qualidadedas-%C3%A1guas>> Acesso em: 18 Fev. 2017.

CHRISTOVA-BOAL, D.; EDEN, R. E.; MACFARLANE, S. **An investigation into greywater reuse for urban residential properties**. Desalination. V.106, n. 1-3, p. 391- 397, 1996.

ERIKSSON, E.; AUFFARTH, K.; MOGENS, H. LEDIN, A. **Characteristics of grey wastewater**. Urban Water. v. 4, n.1, p. 58-104, 2002.

FERNANDES, V.M.C.; FIORI, S.; PIZZO, H. **Avaliação qualitativa e quantitativa do reuso de águas cinzas em edificações**. Ambiente Construído, porto Alegre, v. 5, n.1, p.19-39, 2006. Disponível em <<http://www.seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/viewFile/3676/2042>>. Acesso em: mar. 2017.

FIORI, S; FERNANDES, V. M. C; PIZZO, H. **Avaliação qualitativa e quantitativa do reuso de águas cinza em edificações**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 6 n.1, p.19 – 30, jan. mar. 2006.

FREITAS, G. P. de; RIBEIRO, R. B. dos S.; SILVA, K. A. da; CAVALCANTE, I. L. R. **Sistema de tratamento de efluentes para o campus da Universidade Federal de Campina Grande na cidade de Pombal**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. V. 11, Nº 2, p. 08-12, 2016.

FREITAS, G. P. de; SILVA, K. A. da; OLIVEIRA, W. S. N. de; RIBEIRO, R. B. dos S. **Tratamento de efluentes de campus universitário no semiárido nordestino**. In: I CONIDIS. Campina Grande, 2016.

FREITAS, G. P. **Proposta de Sistema de Tratamento de Efluentes do Campus Pombal/UFCG**. 2016. 65 fls. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal – PB. Biblioteca do Campus da UFCG DE Pombal, 2016.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV). **Saneamento básico no Brasil**. 2008. Disponível em: <www.fgv.gov.br>. Acesso em: 10 mar. 2017.

GONÇALVES, R. F.; BAZZARELLA, B. B.; PETERS, M. R.; PHILLIPPI, L. S. Gerenciamento de Águas Cinza. In: GONÇALVES, R. Franci (Coord.). **Uso Racional da Água em Edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2001. p. 153-222.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. **Saneamento básico**. 2007. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

HESPANHOL, I. **Potencial de reuso de agua no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos**. Bahia Analise & Dados, Salvador, v. 13, n. especial, p.411-437, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Atlas do Saneamento**. Rio de Janeiro. 2004.

_____. **Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Rio de Janeiro. 2008.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICAS APLICADAS (IPEA). **Pnad – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio**. Brasília. 2008.

JERFFERSON, B.; LAINE, A.; PARSONS, S.; STEPHERSON, T.; JUDD, S. **Technologies for domestic wastewater recycling**. Urban Water. v. 1, n. 4, p. 285-292, 1999.

KISHINO, H. et al. **Domestic wastewater reuse using a submerged membrane bioreactor**. Desalination. v. 106, n. 1-3, p. 115-119, 1996.

MAGRI, M. E; FENELOM, F. R.; RABELO, L.; ROSSETO, T. S.; PHILIPPI, L. S. REUSO DE ÁGUAS CINZAS TRATADASEM DESCARGA DE VASO SANITÁRIO E REGA DE JARDIM. **Reuso de águas cinzas tratadas em descarga de vaso sanitário e rega de jardim**. In: Simpósio Luso-brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 13, 2008, Belém. Trabalhos Técnicos. Rio de Janeiro: ABES, 2008. 1 CD-ROM.

MAY, S.; HESPANHOL, I. **Tratamento de águas cinzas claras para reuso não potável em edificações**. REGA – Vol. 5, n. 2, p. 15-24, jul. /dez. 2006.

MELO, F. J. da S. **Proposta de reutilização de águas cinza de uma queijeira em Pombal-PB**. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal – PB. Biblioteca do Campus da UFCG de Pombal, 2016.

METCALF; EDDY. **Wastewater Engineering – Treatment and Reuse**. 4ª Ed. New York: McGraw Hill. 2003.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Plano Diretor Participativo**. 2007. Coordenação de Benny Schasber e Otilie Macedo Pinheiro. Brasília, 155p. Disponível em:

<http://www.rondon.pr.gov.br/attachments/074_RDN%20-%206.0%20%20Ref%20Bibliogr%C3%A1fica.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2017.

NASCIMENTO, M. A. L. do; ANDRADE, M. V. de; CARVALHO, J. L. A. S.; FORMIGA, A. C. de S.; SILVA, F. de A. **Proposta de saneamento básico no município de POMBAL-PB: em busca de uma saúde equilibrada**. In: Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - Vol. 1: Congestas 2013.

NOLDE, E. **Greywater reuse systems for toilet flushing in multi-story buildings – over ten years experience in Berlin**. Urban Water. v. 1, n. 4, p. 275-284, 1999.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Doenças ambientais matam 233 mil por ano no Brasil**. (2008). Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/portuguese/reporterbbc/story/2007/06/070613_oms_doencas_pu.shtml>. Acesso em: 10 mar. 2017.

OTTOSON, J.; STRENSTRÖM, T. A. **Feecal contamination of greywater and associated microbial risk**. Water Research. v. 37, n. 3, p. 645-655, 2003.

PERES, L. J. S; HUSSAR, G. J; BELI, E. **Eficiência do tratamento de esgoto doméstico de comunidades rurais por meio de fossa séptica biodigestora**. Engenharia Ambiental Pesquisa e Tecnologia, Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 1, p. 20-36, 2010.

PESQUISA NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO (PNSB). **Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão**. Brasília, DF, 2008.

PHILIPPI JR, A.; MALHEIROS, T. F. Saneamento e saúde pública: integrando homem e meio ambiente. In: PHILIPPI JR, A. **Saneamento saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri, SP: Manole, 2005.

PHILIPPI, Jr. A. **Reuso de água: uma tendência que se firma**. Reuso de água. Universidade de São Paulo/Faculdade de Saúde Pública: **ABES**, 2003.

PIDOU, M; MEMON, F.A; STEPHENSON, T; JEFFERSON, B; JEFFREY, P. **Greywater recycling: treatment options and applications**. Engineering sustainability. v. 160, n. 13, p. 119-131, jul. 2007.

PROSAB - PROGRAMA DE PESQUISAS EM SANEAMENTO BÁSICO Reuso das águas de esgoto sanitário, inclusive desenvolvimento de tecnologia de tratamento para esse fim. Rio de Janeiro: **Abes**, 2006.

RAPAPORT, B. **Águas cinza: caracterização, avaliação financeira e tratamento para reuso domiciliar e condominial**. Ministério da Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. Escola Nacional de Saúde Pública. Rio de Janeiro, 2004.72p

REBÊLO, M. M. P. S. **Caracterização de águas cinza e negras de origem residencial e análise da eficiência de reator anaeróbio com chicanas**. 2011.

115f. Dissertação (Mestrado em Recursos hídricos e saneamento). Universidade Federal de Alagoas, 2011.

RIDDERSTOLPE, P. **Introduction to greywater management**. Stockholm Environment Institute – SEI. Uppsala. 2004.

RODRIGUES, R. S. **As Dimensões Legais e Institucionais de Reúso de Água no Brasil**: Proposta de Regulamentação do Reúso no Brasil, 2005. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

SANTOS, W. P. **Avaliação da viabilidade econômica do reuso de águas cinza em edificações domiciliares**. 2008. 72f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2008.

SAUTCHÚK, Carla. A. **Formulação de diretrizes para implantação de programas de conservação de água em edificações**. 2004. 332 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

SAUTCHUK, C. A., LANDI, F.D.; MIERZWA, J.C., VIVACQUA, M.C.R.; SILVA, M.C.C., LANDI, P.D., SCHMIDT, W. **Conservação e Reuso de água: Manual de orientações para o setor industrial**. Federação e Centro das Indústrias do Estado de São Paulo – Fiesp/Ciesp, v. 1, 2005.

Subprefeitura do Campus da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG de Pombal. **Administração**. Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da UFCG Campus Pombal, 2017.

TUROLLA, F. A. **Política de saneamento básico: avanços recentes e opções futuras de políticas públicas**. IPEA, Brasília. 2002.

VERONEZ, F. A. **Desempenho de um reator UASB tratando esgoto sanitário e realizando concomitantemente o adensamento e a digestão do lodo de descarte de biofiltros aerados submersos**. 2001.151f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – UFES, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2001.

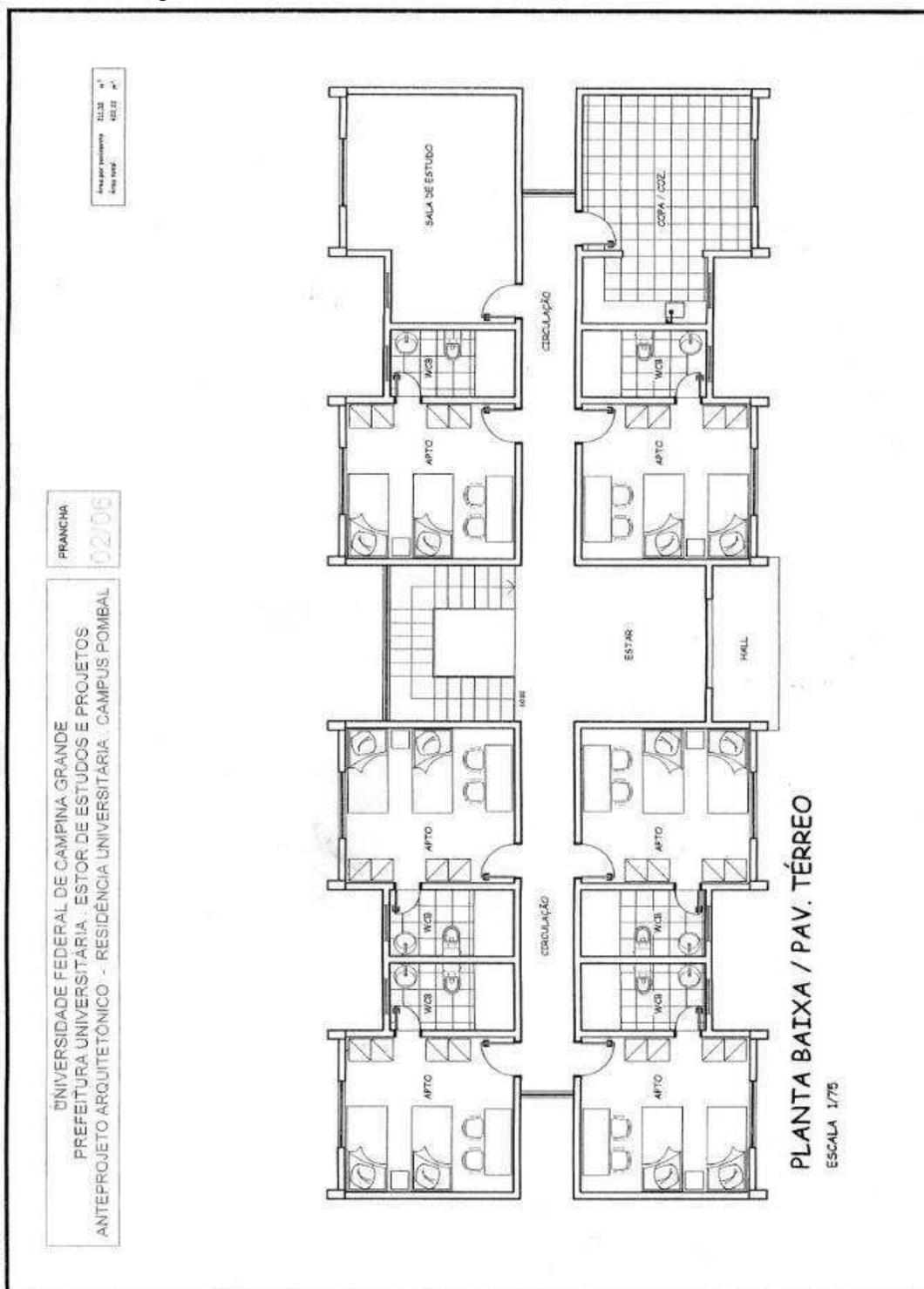
VIGGIANO, M. H. S. Como construir: Sistema de reuso das águas cinza. **Revista Técnica**. Ed. 98, ano 13, p. 76-79, mai. 2005.

WESTERHOFF, G. P., Un update of research needs for water reuse. In: Water Reuse Symposium, 3, San Diego, California: **Proceedings** p. 1731-42, 1984.

ANEXOS

ANEXO A:

Figura 7 – Planta baixa inferior da residência feminina.

Fonte: Subprefeitura do *Campus Pombal* (2017)

