

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

NELSON AGOSTINHO PEREIRA LUCAS

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE ÁGUA CINZA BRUTA PRODUZIDA EM
EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL E COMERCIAL DA GRANDE VITÓRIA- ES**

VITÓRIA

2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

NELSON AGOSTINHO PEREIRA LUCAS

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE ÁGUA CINZA BRUTA PRODUZIDA EM
EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL E COMERCIAL DA GRANDE VITÓRIA- ES**

Projeto de Graduação apresentado ao Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Professor Dr. Ricardo Franci Gonçalves

VITÓRIA
2016

NELSON AGOSTINHO PEREIRA LUCAS

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE ÁGUA CINZA BRUTA PRODUZIDA EM
EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL E COMERCIAL DA GRANDE VITÓRIA- ES**

Aprovado 5 de Julho de 2016

COMISSÃO EXAMINADORA

**Prof. Dr. Ricardo Franci Gonçalves.
Orientador – UFES**

**Prof. Dr. Sérgio Túlio Alves Cassini
Examinador Interno – UFES**

**Prof. Ma. Jeaninna dos Santos Freitas
Examinadora Externa**

**VITORIA
2016**

RESUMO

Em Vitória-ES o uso de água nas edificações residenciais consome cerca de 85% da água total utilizada nas áreas urbanas, além dos usos rotineiros da água, existe o desperdício proveniente das perdas, devido às instalações erradas de equipamentos, falta de manutenção, entre outros descuidos que aumentam ainda mais o consumo de água, fazendo com que os serviços de abastecimento urbano fiquem mais onerosos. De toda essa água utilizada e descartada num edifício, as águas cinza são aquelas águas passíveis de reuso. Considerando-se a problemática deste recurso tão precioso, deve-se encontrar ações de racionalização do uso da água, através de fontes alternativas de água. Dentre estas, as águas cinza proporcionam maior fonte de exploração em edificações residenciais (unifamiliares, multifamiliares e corporativas). O presente trabalho tem como objetivo a caracterização físico-química da água cinza clara gerada em uma edificação residencial de alto padrão na cidade de Vila Velha, e em uma edificação comercial na cidade de Vitória. Os resultados indicaram que as características da água cinza clara obtiveram valores para os parâmetros analisados acima dos limites estabelecidos pelas normas, e desse modo, necessitaram de tratamento de desinfecção, antes de serem usadas em bacias sanitárias, regas em jardim, e lavagem de piso.

Palavras-chave: Água Cinza. Reuso. Edificação residencial. Edificação comercial. Características.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. OBJETIVOS	8
2.1. OBJETIVO GERAL	8
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
3.1. ESCASSEZ HÍDRICA	9
3.2. CONSUMO DE ÁGUA.....	10
3.3. ÁGUA CINZA	11
3.3.1 Normatização	13
3.3.2 Caracterização da água cinza	18
4. MATERIAIS E MÉTODOS	21
4.1. DELINEAMENTO DO ESTUDO	21
4.2. COLETA DE AMOSTRA	21
4.3. PONTO DE COLETA	21
4.3.1 Edifícios residenciais	21
4.3.2 Edifícios comerciais	23
4.4. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	24
4.5. ANÁLISES ESTATÍSTICAS	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1. CARACTERIZAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS	25
5.1.1 pH	26
5.1.2 Turbidez	27
5.1.3 Temperatura	29
5.1.4 Alcalinidade	30
5.1.5 Sólidos Suspensos Totais	31
5.1.6 Enxofre	32
5.1.7 DQO	33
6. CONCLUSÃO	35
7. REFERÊNCIAS	37

1. INTRODUÇÃO

O Brasil dispõe de consideráveis fontes de recursos hídricos, e muitas vezes a qualidade desses mananciais sai prejudicadas por atividades antrópicas prejudicando sua saúde humana e do meio ambiente. Dessa forma, a preocupação com a degradação e a conseqüente escassez dos recursos hídricos passou a representar um sério problema de saúde pública (MORAES & JORDÃO, 2002). Em decorrência disso, o tratamento de água para reuso tem sido cada vez mais empreensível.

A desigualdade dentre o aumento populacional e a disponibilidade de água potável proporciona grandes problemas no abastecimento em grandes centros urbanos. O uso desse recurso em residências é distinguido em utilização potável e não potável. O uso de água para finalidade menos dignas leva a escassez hídrica local em curto tempo, necessitando de busca de água cada vez mais longe, e conseqüentemente encarece o valor desse bem precioso aos usuários. O uso não potável precisaria ser suprido por fontes alternativas, como águas pluviais ou água de reuso. Entretanto, em residências o volume de água não potável muitas vezes pode ser suprido pela produção de água cinza, fazendo se necessário o tratamento para que o seu uso não ocasione riscos aos usuários. (MONTEIRO, 2009).

Para reuso doméstico, vê-se com bons olhos a utilização apenas da água cinza, por exigir um tratamento menos complexo, quando comparado àquele destinado às águas negras. (ERIKSSON et al., 2002). Dentre as fontes alternativas de água, as águas cinza apresentam grande potencialidade de exploração em edificações residenciais (unifamiliares ou multifamiliares) e corporativas (GONÇALVES, 2006).

Define-se as águas cinzas como um tipo de água residuárias sem contribuição de efluentes das bacias sanitárias, ou seja, são as águas produzidas nos chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar, pias de cozinhas e tanques (LAMINE M, 2007). Alguns autores, como por exemplo, Nalde (1999) e Cristova Boal (1996) não consideram como água cinza o efluente proveniente de cozinhas, por considerá-lo altamente poluído, e com inúmeros compostos indesejáveis, como por exemplo, óleo e gordura.

Diante da necessidade de melhorar a qualidade desse tipo de água residuárias foi proposto uma categorização em função da carga poluente dessa água. Águas cinzas claras, oriunda de banheira, chuveiros, lavatório e máquinas de lavar roupa, Águas cinza escura, são oriundas da cozinha, as características das águas cinza, assim como o volume de água consumida em um domicílio, variam regionalmente. Três fatores afetam significativamente a composição das águas cinza como exemplo, a qualidade da água de abastecimento, os tipos de rede de distribuição, tanto da água cinza quanto da água potável e os usos da água nas residências (LAMINE, 2007).

De acordo com Revitt et al., (2010), o tratamento e reutilização no próprio local de geração é visto com melhores olhos do ponto de vista da viabilidade econômica do projeto, uma vez que evitaria gastos para transporte de efluente e o reuso reduziria as distâncias entre a geração e o tratamento. Ademais, a reciclagem de água cinza amplia consideravelmente a vida útil e a capacidade do sistema cloacal. Para a estação central de tratamento cloacal, um fluxo menor de água no esgoto implica em uma maior eficácia e um menor custo de tratamento.

O reuso planejado direto pode ser uma nova fonte de água não potável, onde o efluente de atividades, após seu tratamento, ofereceria água na qualidade necessária para fins não potáveis. Esse artifício diminuiria a demanda residencial da água potável, cujo uso visa apenas transporte de rejeitos.

A água cinza pode contar com uma elevada carga de matéria orgânica facilmente degradada, o que pode favorecer a utilização do crescimento de bactérias entéricas como indicador fecal (MANVILLE et al., 2001). Uma vez que a água cinza exclui o esgoto proveniente de bacias sanitárias, a contaminação nesse tipo de efluente deve ser mínima. Porém, outra vantagem o reuso das águas cinzas é o fato de que o sistema típico de tarifação do consumo de água nas grandes cidades brasileiras é baseado no que foi consumido, multiplicado por dois, uma vez que o esgoto é tarifado na mesma proporção que a água fornecida à residência. Desta forma, ao reaproveitar um litro de água de reuso, reduz-se o mesmo no consumo de água potável.

De acordo com este mesmo autor, o reuso direto planejado considera que a água deva passar por algum tratamento, de tal forma que a água de reuso apresente características físico-química e microbiológico que não proporcionem risco ao

usuário. O tratamento pode ser obtido com o uso de técnicas conhecidas que demandem energia elétrica e/ou produtos químicos, apresentando custos, às vezes elevados, de instalação, manutenção e operação.

Sendo assim, faz-se necessário, o levantamento e a distinção das características físico-químicas das águas cinza clara e do efluente tratado, como base a produção em edificações comerciais e residenciais a fim de obter uma melhor idealização no que concerne o tratamento e a finalização do reuso para este tipo de efluente.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

- O objetivo geral deste trabalho é a caracterização físico-química da água cinza clara gerada em uma edificação residencial de alto padrão e em uma edificação comercial na região da Grande Vitória – ES.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar a caracterização físico-química das águas cinza bruta das duas edificações estudadas;
- Comparar os resultados das análises físico-químicas das águas cinza claras produzidas nas edificações residenciais de alto padrão com as provenientes de edificação comercial.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. ESCASSEZ HÍDRICA

Nesse contexto mundial, de estresse hídrico e escassez, a preservação e a manutenção da qualidade das águas são essenciais. Assim, sabendo-se da relação entre a degradação da qualidade das águas por esgotos domésticos e industriais, e a escassez de água para abastecimento, especialmente em grandes centros urbanos, deve-se buscar uma gestão local integrada para melhorar o tratamento e abastecimento, evitando-se, por exemplo, a captação em pontos cada vez mais distantes das cidades, que pode ocasionar danos em outras áreas, elevação dos custos de transporte de água e o consumo de energia.

Lembrando à ampla importância da água como fonte de vida da população, como recurso energético e na indústria em geral, aliado aos crescentes problemas com a escassez em distintas regiões, torna-se cada vez mais imprescindível a aplicação de métodos de racionamento e conservação da água.

As diversas formas de utilização da água resultam em alterações em sua qualidade e quantidade. Antes considerada inesgotável devido à sua contínua renovação pelo ciclo hidrológico, a água passou a ser motivo de grande preocupação, resultando na necessidade do acompanhamento de suas alterações (IMONASSI, 2001).

Segundo a Unicef (Fundo das Nações Unidas para a Infância), menos da metade da população mundial tem acesso à água potável, em áreas densamente urbanizadas, e o consumo de água nas edificações pode atingir até 50% do consumo total de água potável. Shiklomanov (1999) sugere que em 2025, a escassez de água será impactante, com cerca de 30-35% da população mundial tendo baixa oferta de água doce (<1 mil m³ por ano per capita).

Dessa forma, pode se economizar uma tarifa equivalente a dois litros de água potável na conta, preservando a água de qualidade para fins nobres (RAPOPORT, 2004). Essa informação, de fato, mostra ser mais relevante como estratégia para persuadir uma população que apresente pequeno grau de conscientização ambiental sobre a importância do reuso e, por conseguinte, economia de água.

Na cidade de Vitória-ES, o consumo de água residencial corresponde a aproximadamente 85% do consumo total de água nas áreas urbanas, fato que aponta a importância de se adotar técnicas de conservação de água em edificações residenciais (RODRIGUES, 2005).

Em residência, é comum observar que descargas em vasos sanitários consomem até 1/3 da água potável, sendo que esse número pode variar dependendo do aparelho sanitário e da frequência do uso. Os novos aparelhos sanitários, com a mudança do sistema de sifonamento, conseguem realizar a descarga com até três litros de água (MONTEIRO, 2009).

3.2. CONSUMO DE ÁGUA

Segundo relatado por Baratto (2013), alguns países terão crescimento demográfico considerável durante o século XXI, tanto para os países desenvolvidos quanto para os em desenvolvimento. Segundo dados da ONU, 60% da população mundial habitará os centros urbanos em 2030, enquanto 70% em 2050.

No Brasil, atualmente, esse valor chega a 77% da população, representando 140 milhões de habitantes. Desse modo, os sistemas de abastecimento de água, o transporte e o tratamento de esgoto são os principais aspectos sobrecarregados e muitas vezes ineficientes (VALENTINA, 2009).

A água potável deve ser utilizada para usos que envolvam ingestão e contato dérmico, atendendo à resolução 518/04 do Ministério da Saúde.

Por outro lado; o uso não potável é aquele que demanda uma água de qualidade menos restritiva, ou seja, inferior àquela para uso potável (MONTEIRO, 2009).

Segundo Castro e Carissimi (2011), no Brasil, a primeira regulamentação que abordou o reúso de água foi a norma técnica NBR-13696, de setembro de 1997, que o dividiu em 4 classes de acordo com suas aplicações e padrões de qualidade. Contudo, em alguns lugares do Brasil, como São Paulo, por exemplo, já existe legislação que estimula o uso racional e a conservação de águas em edificações, estratégia essa que tende a se expandir por todo território brasileiro.

No esgoto doméstico encontra-se dois tipos principais de água: água negra e água cinza. O primeiro caso (negra) é o efluente oriundo das bacias sanitárias, enquanto o segundo (cinza) é decorrente de todos os demais usos domésticos de água (LUDWING, 2006).

Pertel (2009) afirma que com a intenção de identificar as tipologias de consumo de água e facilitar a implantação de políticas tarifárias e cobrança diferenciada, o consumo urbano pode ser dividido em quatro categorias: que são estas:

- Doméstico: refere-se à ingestão, às atividades higiênicas e de limpeza, ao preparo de alimentos e usos externos;
- Comercial: Demandas para hotéis, bares, restaurantes, escolas, hospitais, postos de gasolina entre outros;
- Público: Manutenção de parques e jardins, monumentos, aeroportos, terminais rodoviários, limpeza de vias, prevenção de incêndio, além do abastecimento dos próprios prédios públicos;
- Industrial: Varia de acordo com a tipologia da indústria, podendo ser usada como matéria prima, limpeza, resfriamento, instalações sanitárias, cozinhas e refeitórios.

Além disso, aos quatro tipos de consumo abordados, incorporam-se as perdas, como relevante parcela do consumo de água, podendo chegar a mais de 30% de acordo com estudos de Alliance (2002) para os países em desenvolvimento.

O consumo doméstico de água pode ser classificado com os usos internos e externos. O consumo interno compreende-se como atividades de higiene pessoal e limpeza e o externo engloba atividades como irrigação de jardins, limpeza de automóveis e áreas externas e lazer pode ser responsável por mais da metade do consumo de água nas áreas urbanas (PERTEL, 2009). Heller e colaboradores (2006) enfatizam que dependendo das condições climáticas, das características socioeconômicas e culturais de uma determinada população, o consumo externo pode até superar o interno.

3.3. ÁGUA CINZA

De acordo com Friedler e Hadari (2006) a água cinza constitui 50-80% do total de água residuárias produzida em uma residência, através do comportamento, ao local e individualidade de cada pessoa, a água cinza pode ter uma alta variabilidade (ERIKSSON et al., 2002).

As possibilidades de reutilização desta fração de água residuárias têm merecido especial destaque, principalmente por ser gerada em grande quantidade. Águas cinza tratadas podem ser utilizadas para muitas atividades, tais como descargas em bacias sanitárias, rega de jardins, irrigação, lavagens de pisos e automóveis, dentre outras, desde que garantidos os padrões de qualidade (LAMINE et al., 2007).

Com a realização de técnicas racionalizadoras, tais como, uso de dispositivos economizadores nos aparelhos como bacias sanitárias com volume reduzido nas descargas, torneiras, chuveiros e mictórios com registro de fechamento automático, ou através da utilização de fontes alternativas aos sistemas convencionais de suprimento ou o reuso de águas servidas, (também conhecida como águas cinza) espera-se uma redução em torno de 30-40% do consumo de água potável (BAZZARELLA, 2005).

Por motivos ecológicos, econômicos e sociais, as técnicas de conservar a água através do reuso e reciclagem de água cinza passou a ser considerada uma alternativa altamente promissora.

As literaturas já publicadas indicam que o volume de água cinza gerada varia de 90 a 120 litros diários por pessoa, dependendo logicamente do estilo de vida, padrão de comportamento, idade, gênero, hábitos dos indivíduos envolvidos, assim como as instalações de água e disponibilidade da mesma (MOREL, 2006). No entanto, em países de baixa renda com sistemas simples de abastecimento de água pode apresentar volume de água cinza entre 20 e 30 litros diários por pessoa (MOREL, 2006).

Segundo Otterpohl (2001), o esgoto sanitário residencial pode ser dividido em categorias diferentes como água amarela, água marrom, água negra e água cinza. A água amarela representa a água residuárias somente com urina; água marrom é constituída por água residuárias com fezes somente; água negra é o efluente

proveniente dos vasos sanitários incluindo fezes, urina e papel higiênico; água cinza é o termo tipicamente usado para designar toda água residuária exceto a de origem sanitária produzida em uma residência (MOREL, 2006), especificamente do uso de lavatórios, chuveiros, banheiras, pias de cozinha, máquina de lavar roupa e tanque (ERIKSSON et al., 2002; OTTOSON e STENSTRÖM, 2003). Segundo Jefferson (1999), a água cinza possui componentes decorrentes do uso de sabões e outros produtos de lavagem de roupas e de limpeza em geral. Suas características em termos de quantidade e composição químicas, físicas e biológicas variam de acordo com a localização, nível de ocupação da residência, faixa etária, estilo de vida, classe social, costumes locais e tipo de água cinza.

Segundo BEGOSSO (2009), a água cinza normalmente contém baixos níveis de nutrientes quando comparada à água residuária comum proveniente de sistemas transportados por água. A Tabela 1 ilustra as principais fontes dos componentes da água cinza.

TABELA 1 - COMPONENTES E SUAS FONTES

Componente	Fonte
Nitrogênio	Alimentos processados
Fósforo	Detergentes e sabões contendo fosfato
Matéria Orgânica	Resíduos de alimentos, óleos e gorduras, resíduos corporais
Matéria inorgânica	Produtos químicos e detergentes utilizados na limpeza
Cloretos	Dissolução de sais como cloreto de sódio
Óleos e graxas	São os óleos e gorduras utilizados no preparo de alimento, resíduos presentes no corpo e nas roupas oriundos da transpiração humana
Enxofre	Sabões, detergentes e decomposição da matéria orgânica

Fonte: BEGOSSO, 2009-1

1

3.3.1 Normatização

3.3.1.1 Normas e Padrões Acerca do Reuso em Edificações

De acordo com Bazzarella (2005) há dois tipos de normas: as que decretam limites de qualidade para água a ser reutilizada e as que regulamentam o uso da prática de reuso.

O reuso de água requer medidas efetivas de proteção à saúde pública e ao meio ambiente, e ambas devem ser tecnicamente e economicamente viáveis. Existem diversos países com diferentes níveis de desenvolvimento e quantidade de água disponível. Assim, é interessante que normas sejam feitas sob medida para se ajustar o equilíbrio entre disponibilidade, tecnologia e risco (ANDERSON, 2001).

O emprego do sistema de reuso determina que alguém se torne “produtor de água” e, assim responsável pela gestão tanto quantitativa quanto qualitativa desse insumo. Faz se necessários cuidados para que não haja contaminação e risco a seres humanos, ou produtos (FIESP, 2005).

Segundo Vaz (2009) as medidas de reuso, nomeadamente em países desenvolvidos, são conservativas utilizando normas restritivas principalmente quanto aos padrões microbiológicos. Os mesmos variam de um local para outro em função de alguns fatores como o acesso a recursos hídricos, as condições climáticas, e processo de tratamento entre outros. Países como Japão, EUA, Austrália, Alemanha, Canadá possuem limites estabelecidos para uso e/ou reuso de águas cinza de acordo com a sua utilização.

A USEPA (2004) ressalva que não há nenhuma regulamentação federal nos EUA, mas que diversos estados desenvolveram guias e regulamentações especificando a qualidade que deve ser alcançada de acordo com o uso destinado (GONÇALVES, 2006).

A prática de reuso também serve como solução na demanda de água especialmente em regiões áridas e semiáridas. Israel recentemente publicou uma legislação que atentou principalmente para o reuso domiciliar, devido à crescente instalação de sistemas privados sem diretrizes e regulamentações (ORON, 2014).

No Brasil até a data presente, existem poucas legislações que estimulam a prática do reuso de água. A tabela 2 mostra alguns limites estabelecidos para reuso em

descarga de vasos sanitários e algumas legislações que regulamentam o uso de água respectivamente de fontes alternativas (BAZZARELLA, 2005).

TABELA 2 - LIMITES ESTABELECIDOS PARA REUSO EM DESCARGA DE VASOS SANITÁRIOS – NORMAS INTERNACIONAIS

Órgão	Tratamento	PARAMETROS				
		DBO5 (mg/L)	SST (mg/L)	Turbidez (NTU)	Coli. Total (ufc/100mL)	Coli. Fecal (ufc/100mL)
Arizona	Secundário, E Filtração Desinfecção	-	-	2 (méd.)	-	Não detectável (méd.)
				5 (máx.)		23 (máx.)
Califórnia	Oxidação, Coagulação Filtração e Desinfecção	-		2 (méd.)	2,2 (méd.)	
				5 (máx.)	23 (máx.)	-
Florida	Secundário, Filtração e alto nível de Desinfecção	20	5	-	-	Não detectável (75%)
						25 (máx)
Texas	-	5	-	3	-	20 (méd)
						75 (máx)
Washington	Oxidação, Coagulação Filtração e Desinfecção	30	30	2 (méd)	2,2 (méd)	-
				5 (máx)	23 (máx)	
NSW Health	Desinfecção	< 10 (90%) 20(máx)	< 10 (90%) 20(máx)	-	< 10 (90%) 30(máx)	0,5 – 2,0 (90%) 2,0(máx)
Austrália	-	< 10- 20	< 10- 20	-	500	10
Alemanha	-	20	30	1-2	500	100
Padrões Canadenses	-	30	30	5	200	200
Japão	-	10	-	5	10	10
Israel	-	20	30	<20	-	<400

Fonte: BAZZARELLA 2005-2

3.3.1.2 Normas brasileiras de usos de fontes alternativas de água nas edificações

No Brasil há necessariamente duas legislações que abordam deste assunto, a Resolução CNRH nº 54/2005 e a Norma NBR 13969/1997 (ABNT, 1997), que apresenta abrangência nacional. O Conselho Nacional de Recursos Hídrico (CNRH) na resolução Nº 54 (2005), oferece quatro práticas de reuso direto não potável, para os seguintes fins: ambientais, aquicultura, agrícolas e industriais. Enquanto a CNRH é uma regra do mesmo modo abrangente, a NBR 13969 possui um item consagrado ao tema. A NBR 13969 descreve no item 5.6 o reuso de esgoto doméstico ou com características similares para fins não potáveis como irrigação de jardins, uso em descarga de bacia sanitária, lavagem de piso e veículo, manutenções paisagísticas, outras (MAY, 2009).

Desse modo, são definidos parâmetros e classe devidamente recomendados aos específicos tipos de reuso, tais como:

- Classe 1- Lavagem de carros e outros usos;
- Classe 2- Lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, excetos chafarizes;
- Classe 3- Reuso nas descargas dos vasos sanitários;
- Classe 4- Reuso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual.

O manual realizado pela Federação das Industriais do Estado de São Paulo (FIESP) classifica água de reuso para descarga de bacias sanitárias, lavagem de pisos, fins ornamentais, lavagem de roupas e veículos como classe 1, e sugere a detecção de cloro residual combinado em todo sistema de distribuição e o controle de agentes tenso ativos, devendo seu limite de detecção ser abaixo de 0,5mg/L (VAZ, 2009).

Mesmo com o crescente empenho pelo reuso de água residuárias em edificações, existe poucas legislações para este fim, embora existam empresas dispostas a fazer

fortes investimentos em processos de reuso de água, mas há poucas diretrizes a serem adotadas (VAZ, 2009).

Segundo Bazzarella (2005), o aspecto estético da água reciclada possui uma grande importância para a sua reintegração no ciclo de uso. Transparência, ausência de cor, odor, ou outra qualquer substância ou componentes flutuantes são parâmetros que exigem um grau mais severo de integridade (FIESP, 2005).

A Tabela 3 fornece os parâmetros de qualidade para o reuso de água como descarga de bacias sanitárias segundo a NBR 13969/97 e FIESP (2005).

TABELA 3 - LIMITES ESTABELECIDOS PARA REUSO EM DESCARGA DE VASOS SANITÁRIOS – NORMAS BRASILEIRAS.

Parâmetros	Manual de “conservação e reuso de água em edificações” Classe 1 (FIESP,2005)	NBR 13.969/97 Itens 5.6.4 Classe3
pH	6,0-9,0	-
Cor (UH)	≤ 10	-
Turbidez (NTU)	≤ 2	< 10
Óleos e Graxas (mg/L)	≤ 1	-
DBO (mg/L)	≤ 10	-
Coliformes Fecais (NMP/100mL)	Não detectáveis	< 500
Compostos Orgânicos Voláteis	Ausentes	-
Nitrato (mg/L)	≤ 10	-
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	≤ 20	-
Nitrito (mg/L)	≤ 1	-
Fósforo Total (mg/L)	≤ 0,1	-
SST (mg/L)	≤ 5	-
SDT (mg/L)	≤ 500	-

Fonte: BAZZARELLA 2005-3

3.3.2 Caracterização da água cinza

As características das águas cinza variam de acordo com a classe social, a fonte, os costumes da população e do uso de produtos químicos domésticos. Além disso, a sua composição pode variar significativamente devido às variações no consumo de água potável e em relação à quantidade de substâncias descarregadas. E, também, de acordo com a qualidade da água de abastecimento e das condições do sistema predial de abastecimento (ERIKSSON et al., 2002).

A caracterização das águas residuárias é importante para os processos de reuso e reciclagem, direcionando assim o efluente para um tratamento adequado ou um fim apropriado (BAZZARELLA, 2005).

De acordo com a abordagem mencionada anteriormente, as características da água cinza dependem principalmente da qualidade da água fornecida a população, o tipo de rede de distribuição, tanto de água potável como de água residuárias e das atividades e costumes das pessoas em cada residência. Segundo Eriksson et al. (2002), os parâmetros físicos importantes a serem observados na água cinza são: temperatura, cor, turbidez e sólidos suspensos totais (SST). A turbidez e os sólidos suspensos fornecem indicações sobre o teor de partículas e colóides que podem na presença de detergentes, solidificar-se e comprometer a eficiência do tratamento ou causar o entupimento das tubulações. Temperaturas elevadas podem favorecer o crescimento microbiano (VAZ, 2009).

A concentração de sólidos suspensos e turbidez nas águas cinza é baixa, indicando que uma maior proporção dos contaminantes são dissolvidos. Além disso, embora a concentração dos compostos orgânicos seja bastante semelhante às águas residuárias, a sua natureza química é absolutamente diferente. A matéria orgânica carbônica é expressa indiretamente como Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), onde segundo Eriksson et al. (2002) variam de 40 a 1815 mg/L e 48 a 472 mg/L respectivamente, podendo essa relação DQO: DBO de água cinza ser em 4:1, valores superiores a relatados para esgoto. Esse fato está associado a uma deficiência de macro nutrientes como nitrogênio e fósforo, o que podem limitar a eficácia do tratamento biológico (AL-JAYYOUSI, 2003).

A urina é a principal fonte de nitrogênio nas águas residuárias domésticas. A baixa concentração de nitrogênio é explicada pela baixa concentração de urina nas águas cinza (SCHÄFER et al., 2006).

Os diagnósticos de sólidos solúveis na água cinza são originados de resíduos corporais e produtos de higiene (WINWARD et al., 2008). Para parâmetros como sólidos em suspensão e turbidez, por exemplo, a faixa reportada na literatura é ampla, variando de 17 a 330 mg/L e de 15 a 240 NTU, respectivamente. O que indica concentrações baixas, mostrando que a maior parte dos contaminantes em água cinza, são dissolvidos (VAZ, 2009).

Friedler e colaboradores (2004) relataram valores de DBO₅ entre 173 e 424 mg/L, DQO com valores de entre 230 e 645 mg/l e valores de sólidos suspensos totais entre 78 e 303 mg/L para a água cinza originada do banho, chuveiro e lavatório.

A faixa de pH da água cinza está entre 5-10.9 sendo em geral mais alcalino que as águas residuais domésticas em que a faixa está entre 5.9-7.7. A alcalinidade é decorrente, principalmente do efluente da lavagem de roupas (ERIKSSON et al., 2002).

Embora haja variações na qualidade da água cinza, as análises por diferentes parâmetros indicam que água cinza provida da cozinha e de lavanderia apresentam maiores níveis de poluentes físicos e orgânicos comparado com a água residuárias do banheiro (LI et al., 2009). Água cinza originada de banheiro possui também baixos níveis de nitrogênio e fósforo devido à exclusão de urina e fezes, já que a urina é a principal fonte de nitrogênio (SCHÄFER et al., 2006). Similarmente a água cinza de lavanderia também apresenta deficiência em nitrogênio podendo também ter baixo coeficiente de fósforo devido ao uso de produtos de limpeza livres deste nutriente.

Por outro lado, água cinza de cozinha contribui com altos níveis de substâncias orgânicas, sólidos suspensos, turbidez e nitrogênio, diferentemente das outras águas (LI et al., 2009).

TABELA 4 - FAIXA DE CONCENTRAÇÃO DAS ÁGUAS CINZA TÍPICAS E VALORES MÉDIOS PARA AS CONCENTRAÇÕES DE ÁGUAS CINZA COM E SEM A PRESENÇA DO EFLUENTE DA COZINHA

Parâmetros	Jeppersen & Solley, 1994. Appud Borges, 2003	Guy R. et al., 2004^b	Bazzarella, 2005^c
pH	6,6 – 8,7	8,5	7,05
Turbidez (NTU)	22 ->200	23	166
SST (mg/L)	45 – 330	29,8	134
DBO5 (mg/L)	90 – 290	78	571
DOQ (mg/l)	-	170	857
Fósforo Total (mg/L)	0,6 – 27	-	9,0
Nitrogênio total (mg/L)	2,1 – 31,5	-	6,6
a: água cinza típica, b: chuveiro, lavanderia e lavatório c: chuveiro, lavanderia, lavatórios e cozinha			

Fonte: Vaz (2015) -4

Ao ser comparada ao esgoto doméstico convencional, a água cinza tem uma quantificação baixa de microrganismos patogênicos (VALENTINA, 2009). Para a sua avaliação completa de risco à saúde, bactérias patogênicas e parasitas são relevantes, mas o conteúdo viral é o componente chave de contaminação fecal de água cinza devido à alta taxa de excreção viral de pessoas infectadas, as baixas doses necessárias para que a infecção aconteça (YEZLI e OTTER, 2011).

4. MATERIAIS E METÓDOS

4.1. DELINEAMENTO DO ESTUDO

A metodologia do trabalho foi conduzida para obter uma caracterização qualitativa físico-quimicamente das águas cinza produzidas por duas classes diferentes com relação ao consumo hídrico, uma edificação residencial de alto padrão, e uma edificação comercial na Grande Vitória-ES. O estudo foi realizado durante o período de três meses, com duas coletas semanais.

4.2. COLETA DE AMOSTRA

As amostras foram coletadas no período da manhã pelo pesquisador nos locais das edificações escolhidas para estudo. As amostras para realização das análises físico-químicas foram coletadas em garrafas de politereftalato de etileno (PET) previamente identificadas, fechadas e armazenadas numa caixa de isopor, e transportadas com cuidado, a fim de manter a integridade da amostra até as dependências do Laboratório de Saneamento da UFES onde realizou-se todos os procedimentos para as análises.

4.3. PONTO DE COLETA

Para a realização das análises físico-químicas foram realizadas coletas de amostras para água cinza clara bruta em ambas as ETAC (Estação de tratamento de Água Cinza). A descrição dos pontos de coletas será ilustrada posteriormente.

4.3.1 Edifícios residenciais

O primeiro ponto de coleta fica localizada em uma edificação de alto padrão multifamiliar na cidade de Vila Velha – ES. Foi construída para atender uma população de 360 habitantes com uma produção média per capita de água cinza de 50L/hab. dia.

O edifício foi construído com um sistema hidrossanitário para a segregação das águas residuárias. As águas cinza (provenientes do chuveiro, lavatórios, tanque e

máquina de lavar roupa, excluindo os efluentes da cozinha e do vaso sanitário) são conduzidas ao tratamento, por tubulações distintas, enquanto o restante das águas residuárias produzidas são descartadas na rede coletora de esgoto.

O edifício conta com uma rede de duplo abastecimento, sendo uma de água potável, destinada a atender a lavatórios, chuveiros, tanque, máquina de lavar roupa e pia de cozinha, e uma outra de água de reuso, que abastece os vasos sanitários. A água de reuso também é utilizada para limpeza das áreas comuns do prédio (área de lazer, garagens e escadas) além da regagem dos jardins.

A ETAC do edifício foi idealizada para realizar a desinfecção das águas provenientes dos lavatórios, chuveiros, tanques e máquinas de lavar roupa. A ETAC é do tipo compacta composta por: caixa de entrada; dois conjuntos compostos por reator anaeróbio compartimentado; filtro biológico aerado submerso; decantador; filtração, cloração e tanque de armazenamento de água de reuso.

A água cinza clara residencial foi coletada na caixa de entrada da ETAC que está ilustrada na (Figura 1).



Figura 1: Ponto de coleta da água cinza clara residencial
Fonte: Núcleo de Bioengenharia Aplicada ao Saneamento UFES.

4.3.2 Edifícios comerciais

O segundo ponto de coleta foi realizado em uma edificação comercial na cidade de Vitória-ES. A ETAC é composta pela associação em série dos processos biológicos de Filtro Anaeróbio e Wetland vertical e desinfecção do efluente com cloro e se encontra ilustrado na Figura 2.



Figura 2: Tratamento aeróbio pela wetland vertical na edificação comercial
Fonte: Núcleo de Bioengenharia Aplicada ao Saneamento UFES

O tratamento realizado na ETAC compreende as seguintes etapas: caixa de entrada; filtro biológico anaeróbio; Wetland vertical; tanque de equalização e cloração; reservatório de água de reuso.

A ETAC do local foi feita para realizar a desinfecção das águas provenientes de lavatórios apenas. A água cinza clara foi coletada na caixa de entrada da ETAC, demonstrada na Figura 3.



Figura 3: Ponto de coleta da água cinza clara comercial
Fonte: Núcleo de Bioengenharia Aplicada ao Saneamento UFES

4.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As análises físico-químicas foram realizadas no laboratório de Saneamento da UFES. Para a caracterização físico-química da água cinza clara foram realizadas as seguintes análises: pH, turbidez, temperatura, alcalinidade, sulfato, sulfeto, sólidos suspensos totais, DQO. A metodologia de análise foi de acordo com os procedimentos recomendados pelo *Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater* – 21ª edição (APHA, 2005).

4.5. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para as análises estatísticas dos resultados foi utilizado o software Excel 2013 para a obtenção da estatística descritiva dos parâmetros analisados (média, desvio padrão, máximo, mínimo, mediana).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. CARACTERIZAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS

Os resultados para as análises físico-químicas das águas cinza clara residencial e comercial encontram-se na Tabela 5.

TABELA 5 - RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS CINZA CLARA COMERCIAL E RESIDENCIAL

Parâmetros		Média	Mediana	Máximo	Mínimo	DP
pH	ACR1	7,64	7,96	8,80	6,30	0,82
	ACC2	7,69	7,70	8,85	6,25	0,85
Turbidez (NTU)	ACR1	136,14	128,58	225,04	46,55	57,05
	ACC2	163,09	155,57	255,18	100,72	56,37
Temperatura (°C)	ACR1	23,47	23,37	26,12	21,50	1,13
	ACC2	22,75	22,60	26,25	20,72	1,49
Alcalinidade (mg/L)	ACR1	62,17	53,44	113,70	19,90	29,46
	ACC2	72,04	56,57	170,55	17,06	47,57
SST (mg/L)	ACR1	80,00	82,50	151,50	28,50	39,02
	ACC2	69,75	55,25	145,50	30,00	43,64
Sulfato (mg/L)	ACR1	105,44	93,21	222,36	15,66	70,77
	ACC2	57,63	22,01	253,26	7,46	96,50
Sulfeto (mg/L)	ACR1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ACC2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DQO (mg/L)	ACR1	286,65	267,43	899,48	120,69	183,79
	ACC2	214,46	229,32	346,83	15,25	82,26

ACR1- água cinza clara residencial

ACC2- água cinza clara comercial

DP- Desvio padrão

Sabendo que os hábitos da população e costume de vida, contribuem para a variabilidade dos resultados obtidos, através do uso de produtos de limpeza, origem da água e instalações prediais, a Tabela 6 mostra a comparação dos resultados citados por diferentes autores.

TABELA 6 - COMPARAÇÃO DOS VALORES MÉDIOS DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS CITADOS NA LITERATURA

Parâmetros	Rose et. al., (1991)	Borges (2003)	Bazzaret. al., (2005)	Peters (2006)	Vaz (2009)	May (2009)	Knupp (2013)
pH	6,54	7,20	7,05	7,60	6,80	8,50	9,00
Turbidez (NTU)	76,30	37,30	166,00	155,00	89,80	36,00	50,90
Temperatura (°C)		24,10	-	-	-	-	24,30
Alcalinidade (mg/L)	158,00		114,70	-	-	13,00	59,70
SST (mg/L)	-	-	134,00	129,00	69,20	40,00	44,80
Sulfato (mg/L)	22,90	-	-	-	88,00	200,00	60,10
Sulfeto (mg/L)	-	-	-	-	1,56	-	1,70
DQO (mg/L)	-	-	857,00	280,00	217,00	460,00	183,40

Fonte: Adaptado de KNUPP (2013) -6

5.1.1 pH

Os resultados encontrados pelas análises físico-químicas das duas águas cinza estudadas apresentaram pH médio similares, ligeiramente básico. Os resultados

obtidos foram de 7,69 para água comercial, e 7,64 para água domiciliar. Esses valores se assemelham ao pH de 7,6 relatado por Peters (2006) em unidade familiar.

Foi conferido pH básico na água cinza através dos produtos usados na máquina de lavar roupa, lavatório e tanque, como citado por Bazzarella (2005).

Os resultados encontrados de pH, nesse estudo, enquadraram-se na norma FIESP (2005), que o seu valor recomendado é de 6.0-9.0, dentro da classe 1 que visa a utilização do reuso para bacias sanitárias, lavagem de pisos, fins ornamentais, lavagem de roupas e veículos.

A comparação dos dados de pH das amostras comercial e residencial segue disposta no gráfico a seguir.

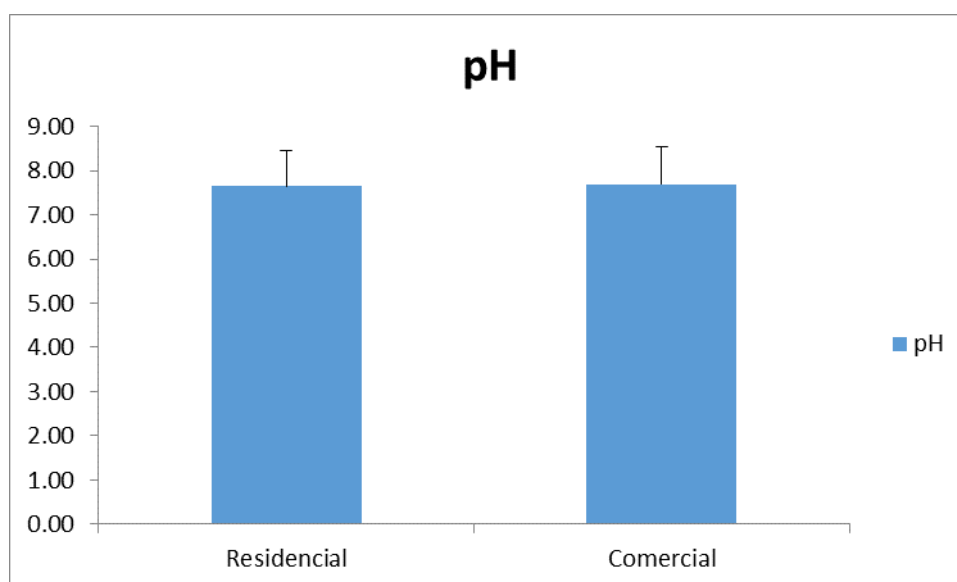


GRÁFICO 1 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS AMOSTRAS RESIDENCIAL E COMERCIAL PARA O PARÂMETRO PH

5.1.2 Turbidez

Turbidez é a característica físico-química das águas contendo material em suspensão apresentando resistência a passagem de luz através de sua massa. É causada por variedade de materiais em suspensão: argila, silte, matéria orgânica e inorgânica, compostos orgânicos etc.

A água cinza coletada no edifício residencial teve valores no intervalo de 225,04 a 46,55, apresentando uma média de 136,14 NTU, resultados estes menores do que os da água cinza coletada no edifício comercial, que os seus respectivos valores estão entre 255,18 e 100,73, exibindo uma média de 163,09 NTU. A diferença dos valores obtidos de turbidez pode ser decorrente dos diferentes hábitos e costumes da população. Os sólidos suspensos podem também passar informações a respeito das medidas de turbidez, uma vez que as partículas e coloides induzem o funcionamento hidráulico, por entupimento que impediria o transporte e o tratamento desses efluentes (BAZZARELLA, 2005).

Os resultados de turbidez obtidos na presente pesquisa foram superiores aos relatados por Rose et al., (1991) com seu valor obtido 76,30, e 37,30 por Borges (2003), e 89,80 por Vaz (2009), 36,00 de May (2009), 50,90 Knupp (2013) e semelhantes aos reportados por Bazzarella (2005) e Peters (2006) que avaliaram águas cinza de instalações universitária e unidade familiar, respectivamente. Conseqüentemente, excederam também os valores estabelecidos tanto pela NBR 13.369/97 que tem seu valor de turbidez menor que 10 NTU para o reuso das descargas dos vasos sanitários quanto pela FIESP (2005), que apresenta o seu respectivo valor menor ou igual a 2 NTU, deixando nítida a necessidade de um tratamento adequado para o reuso em bacias sanitárias.

A comparação dos dados de turbidez das amostras comercial e residencial segue disposta no gráfico a seguir.

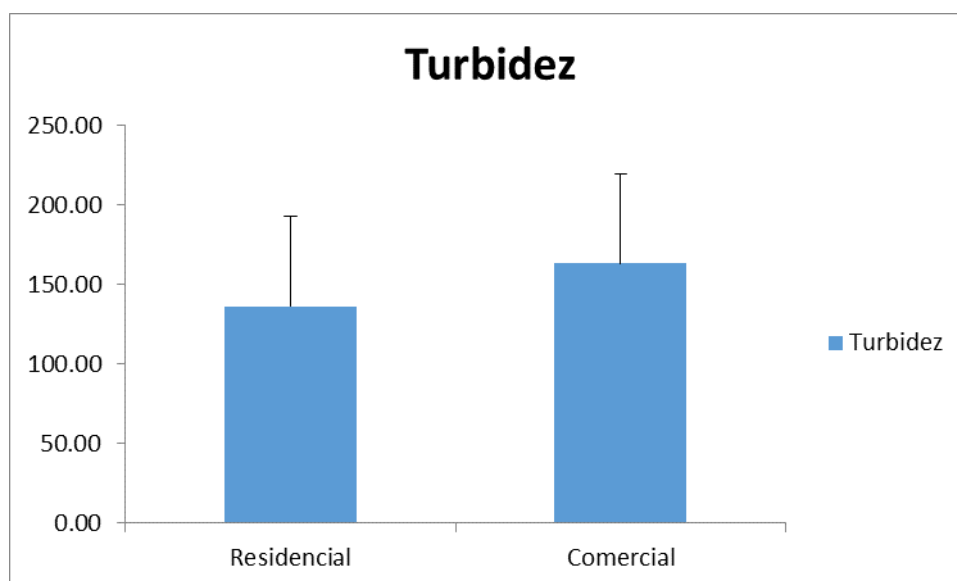


GRÁFICO 2 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS AMOSTRAS RESIDENCIAL E COMERCIAL PARA O PARÂMETRO TURBIDEZ

5.1.3 Temperatura

A temperatura é um parâmetro físico relevante, pois altas temperaturas podem contribuir para o crescimento de microrganismos nos tanques de armazenamento (SOETHE, 2013) e acelerar a degradação de compostos químicos e biológicos nos reservatórios (MAY, 2009).

Os valores das temperaturas médias ambientes para as águas cinza estão na faixa de 23,47 e 22,75°C e são inferiores aos resultados reportados por Borges (2003) e Knupp (2013). Segundo Christova-Boal et al. (1996), a temperatura da água cinza pode variar entre 18 e 38°C, limites que não foram ultrapassados na presente pesquisa. A maior temperatura média encontrada na água cinza do sistema domiciliar pode ser devido ao uso de água morna para higiene pessoal nesse ambiente (MAY, 2009), o que não é recorrente nas instalações do sistema comercial.

A comparação dos dados de temperatura das amostras comercial e residencial segue disposta no gráfico a seguir.

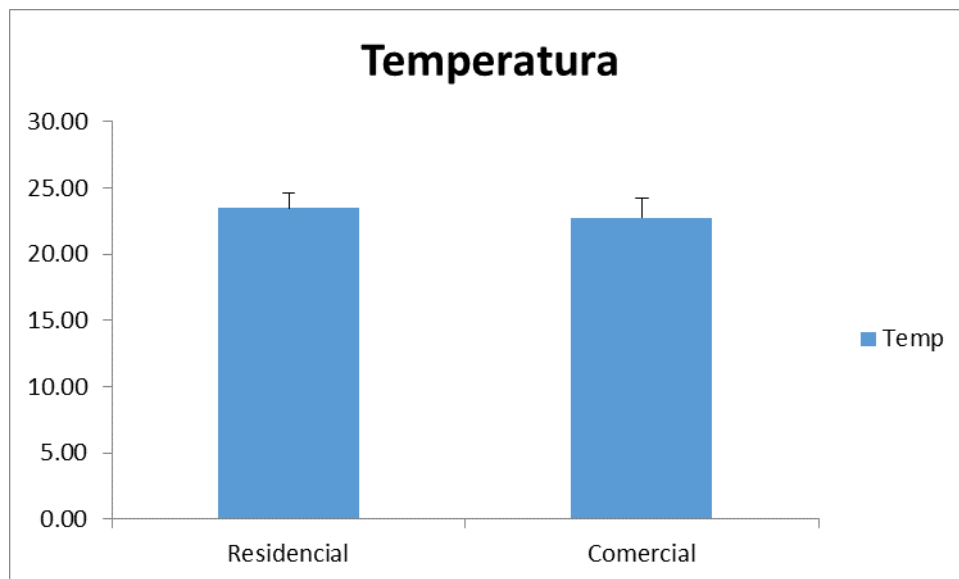


GRÁFICO 3 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS AMOSTRAS RESIDENCIAL E COMERCIAL PARA O PARÂMETRO TEMPERATURA

5.1.4 Alcalinidade

Este parâmetro se torna muito importante quando se pretende implantar um tratamento anaeróbio na água cinza, pois a acidificação do pH influencia no desenvolvimento dos microrganismos depuradores da água (KNUPP, 2013). A alcalinidade média obtida nesta pesquisa é de 72,04 para a comercial e 62,17 na residencial, essa quantidade total de alcalinidade, é devido o uso de sabões, e creme dental (para higiene pessoal), que são altamente alcalinos. Ambas as águas se encontram na faixa observada por Magri et al. (2008), Valentina (2009) e Knupp (2013).

A comparação dos dados de alcalinidade das amostras comercial e residencial segue disposta no gráfico a seguir.

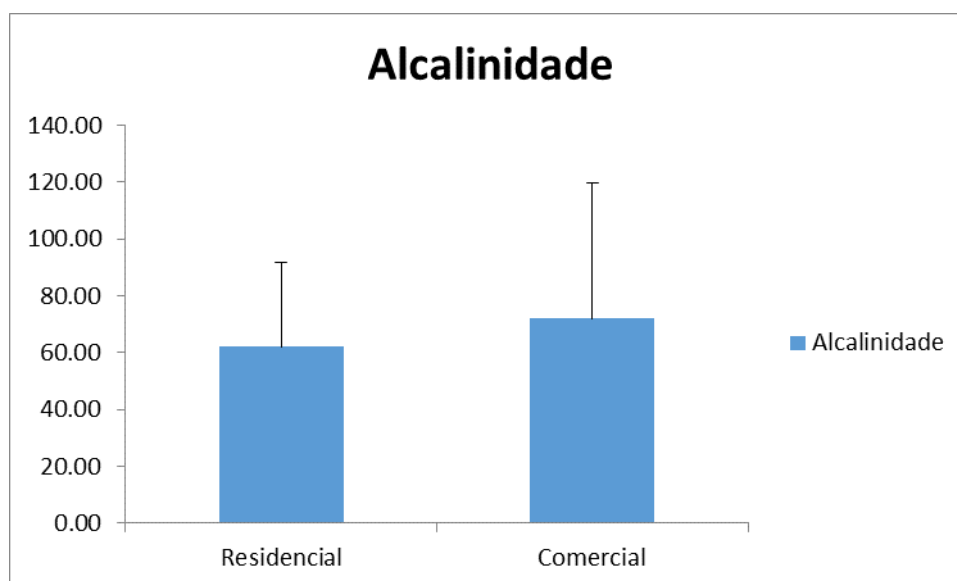


GRÁFICO 4 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS AMOSTRAS RESIDENCIAL E COMERCIAL PARA O PARÂMETRO ALCALINIDADE

5.1.5 Sólidos Suspensos Totais

O termo sólido se refere à matéria dissolvida ou em suspensão presente em águas naturais ou residuais, proveniente de materiais sólidos como partículas de terra, areia, fibras de roupa e cabelo contribuem para valores de sólidos suspensos totais. Este parâmetro é um importante indicador de partículas e colóides que podem levar ao entupimento das tubulações do sistema de tratamento de água cinza (MAY, 2009), e está entre os mais relevantes parâmetros físicos segundo Eriksson et al., (2002).

A diferença de sólidos suspensos totais nas águas cinza estudadas foi em torno de 10 mg/L, sendo 80 mg/L para a água cinza domiciliar e 69,75 mg/L para a água cinza de edifício comercial. Essa diferença pode ser devido aos diferentes hábitos e costumes de lavagem nos dois locais de estudo, como o uso do tanque e do chuveiro por exemplo. Segundo Siegrist et al., (1976) Bazzarella (2005) o tanque (com exclusão da cozinha) foi o “setor” que mais contribuiu com valores de sólidos suspensos totais em seus respectivos trabalhos.

Quando comparado a outros estudos, valores semelhantes foram encontrados por Vaz (2009) e Valentina (2009) que obtiveram resultados de edifícios residenciais de alto padrão. Os resultados encontrados por essa pesquisa foram inferiores aos reportados por Bazzarella (2005) e Peters (2006) com 134 mg/L e 129 mg/L respectivamente, e superiores aos valores encontrados por May (2009) e Knupp (2013) (40 mg/L e 44,8 mg/L, respectivamente).

A comparação dos dados de SST das amostras comercial e residencial segue disposta no gráfico a seguir.

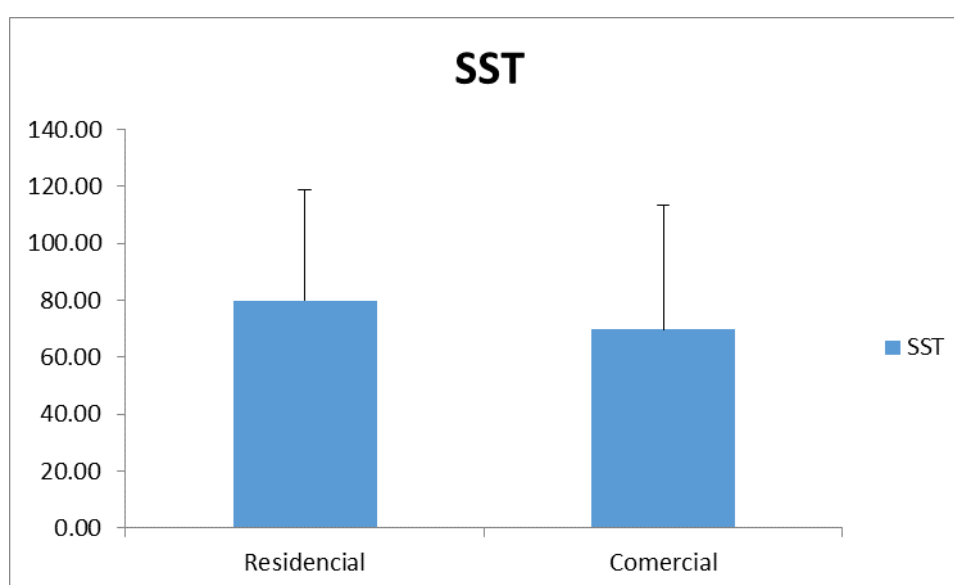


GRÁFICO 5 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS AMOSTRAS RESIDENCIAL E COMERCIAL PARA O PARÂMETRO SST

5.1.6 Enxofre

Desse modo, os resultados obtidos para esse parâmetro foram discrepantes entre as duas águas cinza analisadas. Com 105,44 mg/L de sulfato, a água cinza do edifício residencial apresentou quase o dobro do edifício comercial (57,63 mg/L). A diferença apresentada pode ser justificada pela ausência de água cinza oriunda de tanque no edifício comercial estudado.

Segundo Gonçalves (2006), os compostos de enxofre estão relacionados à formação de odores desagradáveis, e a concentração de sulfato presente na água cinza é ocasionada principalmente pelo uso de sabão e detergente.

A comparação dos dados de sulfato das amostras comercial e residencial segue disposta no gráfico a seguir.

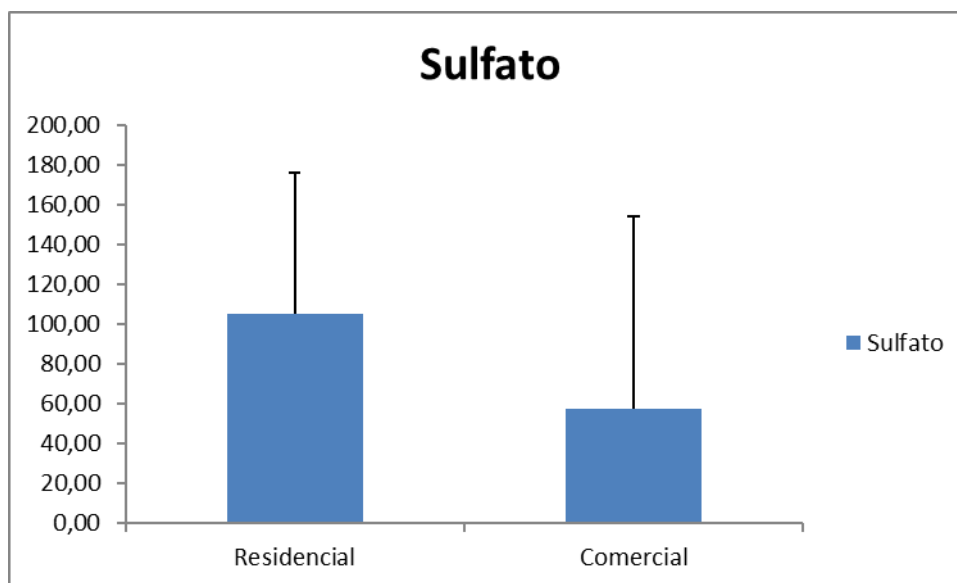


GRÁFICO 6 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS AMOSTRAS RESIDENCIAL E COMERCIAL PARA O PARÂMETRO SULFATO

5.1.7 DQO

Segundo Gonçalves (2006), a maior parte da matéria orgânica da água cinza é proveniente de resíduos de alimentos, óleos e gorduras, resíduos corporais, sabão e etc. Às concentrações obtidas para a demanda química de oxigênio, é um dos parâmetros que fornecem informação sobre a composição orgânica da água, e o valor encontrado foi de 286,65 mg/L para a água cinza clara residencial, e de 214,46 mg/L para água cinza clara comercial.

A concentração de DQO encontrada na água cinza clara residencial foi semelhante ao encontrado por Peters (2006), que avaliou água cinza originada de chuveiros, lavatórios e máquina de lavar roupas. Já a água cinza clara comercial apresentou concentração média de 214,46 mg/L, e quando comparada a outros estudos que realizaram análises de águas cinza originada de lavatórios, observou-se concentrações superiores, como 298,00 mg/L e 653,00 mg/L encontrados por Almeida et al. (1999) e Bazzarella (2005).

A concentração média de DQO observada para a água cinza clara comercial foi inferior ao encontrado na água cinza clara residencial, o que pode ser devido à

ausência de produtos químicos domésticos na água cinza comercial, como detergentes para lavar louça e produtos para lavar roupas, já que esses contribuem com a maior parte para o valor de DQO.

A comparação dos dados de DQO das amostras comercial e residencial segue disposta no gráfico a seguir.

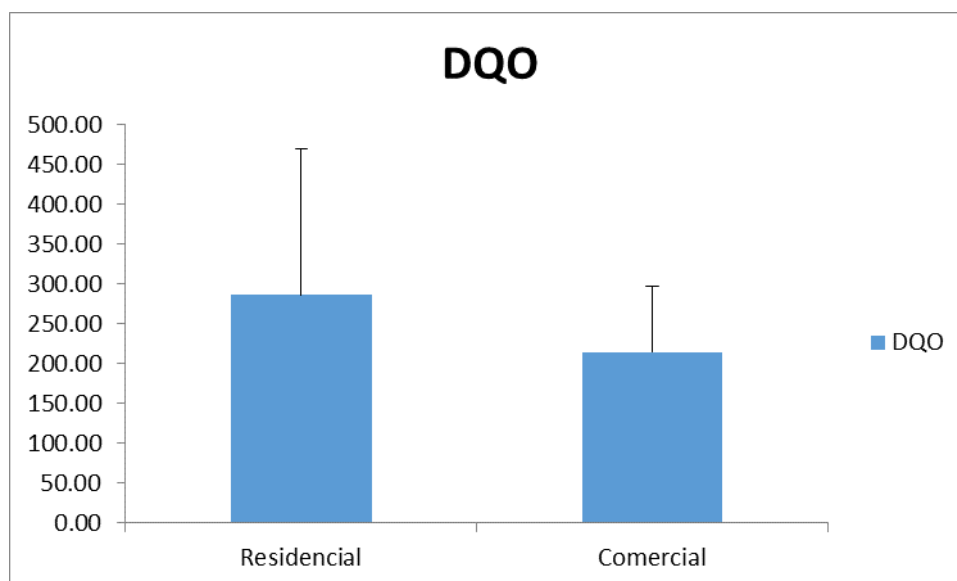


GRÁFICO 7 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS AMOSTRAS RESIDENCIAL E COMERCIAL PARA O PARÂMETRO DQO

6. CONCLUSÃO

No presente trabalho, conclui-se que as características da água cinza clara apresentam uma grande variabilidade, dependendo da qualidade da água servida a população, origem da água, dos hábitos populacionais, da integridade dos sistemas hidrossanitários, dentre outros.

A água cinza coletada no edifício residencial teve valores inferiores da concentração média à encontrada da água cinza coletada no edifício comercial, essa diferença dos valores obtidos de turbidez pode ser decorrente dos diferentes hábitos e costumes de seus usuários.

Também constatou-se no trabalho, diferentes valores de temperatura com a maior média obtida da água cinza coletada no edifício residencial, a diferença de temperatura com relação a da água cinza coletada no edifício comercial, é devido ao uso de água morna para higiene pessoal nesse ambiente o que não é recorrente nas instalações do sistema comercial.

Observou-se também na pesquisa valores inferiores de alcalinidade na água cinza residencial, tendo valor superior obtido da água cinza comercial, teve maior valor da amostra do edifício comercial, através do uso frequente do creme dental (para higiene pessoal), que são altamente alcalinos.

Quanto a análise de sulfato já era de se esperar valor superior do edifício residência uma vez que uso de produtos para higiene pessoal é significativo, como de sabões champô, sabonetes que muitos deles têm essa propriedade físico-química. A diferença apresentada pode ser justificada pela ausência de água cinza oriunda de tanque no edifício comercial estudado.

Os resultados apresentados indicam valores de turbidez acima dos valores de referências pela NBR 13.369/97 para turbidez, ou seja, acima de 10 NTU. Também foram encontrados resultados incompatíveis com os previstos pela FIESP (2005) para reuso em descargas de vasos sanitários, por ter apresentado valor de turbidez maior que 2 NTU e valor de sólidos suspensos totais maior que 5. Necessitando assim, de uma etapa de tratamento antes do reuso em bacias sanitárias.

Levando em conta os valores obtidos nas análises realizadas, observaram-se maiores valores para as amostras da água cinza clara residencial de acordo com os parâmetros: temperatura, sulfato, DQO (Demanda Química De Oxigênio), Sólidos Suspensos Totais. Já para os parâmetros turbidez, alcalinidade, pH, os maiores valores foram encontrados nas amostras da água cinza clara do edifício comercial.

Uma vez que a água cinza clara comercial obteve uma concentração média da DQO inferior à encontrada na água cinza clara residencial, essa diferença pode ter ocorrido devido à ausência de produtos químicos de tanque e máquina de lavar que contribuem para elevar os níveis de DQO. Conclui-se que há a necessidade de um tratamento do efluente proveniente das residências para reduzir tais contaminantes, dependendo da finalidade do uso.

7. REFERÊNCIAS

AL-JAYYOUSI, ODEH R. Greywater reuse: towards sustainable water Management. **Desalination** 156 18 I-I 92, 2003.

ALLIANCE – **Aliança para Conservação de Energia. Água e Energia, aproveitando as oportunidades de eficientização de água e energia não exploradas nos sistemas de água municipais**, 2002.

ANDERSON, J. Prospect for international guidelines for water recycling. **Water** 21. p. 16-21, ago. 2001

APHA, AWWA, WEF. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. 21 ed. Washington - DC. APHA, 2005.

BARATTO, R. **Novas estimativas da ONU para a população mundial em 2100**. ArchDaily Brasil. 2013. Disponível em; <<http://www.archdaily.com.br/131885/novas-estimativas-da-onu-para-a-populacao-mundial-em-2100>> Acesso em jan. 2015

BAZZARELLA, B. B. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não potável em edificações**. 2005. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Espírito Santo.

BEGOSSO. L **Determinação de parâmetros de projeto e critérios para dimensionamento e configuração de wetlands construídas para tratamento de água cinza** 2009. Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, na área de concentração em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos.

CHRISTOVA-BOAL, D.; EDEN, R. E.; MACFARLANE, S. An investigation into greywater reuse for urban residencial 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.

FIESP. **Conservação e reuso de água em edificações**. São Paulo, Prol editora e gráfica, 2005.

FRIEDLER, E., Quality of individual domestic greywater streams and its implication on on-site treatment and reuse possibilities. **Environ. Technol.** 25 (9), 997–1008. 2004.

FRIEDLER, E.; HADARI, M. Economic feasibility of on-site grey water reuse in multi-storey buildings. **Desalination** 190(1-3):221–34, 2006

GONÇALVES, R. F. Uso racional da água em edificações. 1.ed. Rio de Janeiro, cap.4, p. 153 – 222. (PROSAB 4, v.5). Título secundário: **Tecnologias de segregação e tratamento de esgotos domésticos na origem, visando a redução do consumo de água e da infraestrutura de coleta, especificamente nas periferias urbanas**. ABES, 2006.

HELLER, Léo, PÁDUA, Valter Lúcio de. **Abastecimento de água para consumo humano**. Editora UFMG, Belo Horizonte, 2006.

KNUPP, A. M. **Desempenho de um sistema composta por um filtro anaeróbio e um “Wetland” horizontal na produção de água para reuso predial a partir de água cinza clara**. 2013. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo.

LAMINE M, B. L. (2007). Biological treatment of grey water using sequencing batch reater. **Desalination**, 215,127-132.

LAMINE M., BOUSSELMI L., GHRABI A. Biological treatment of grey water using sequencing batch reactor. **Desalination** 215, 127–132, 2007

LI, F.; WICHMANN, K.; OTTERPOHL, R. Review of the technological approaches for grey water treatment and reuses. **Science of the Total Environment** V. 407 p. 3439–3449, 2009.

LUDWING, A. (2006). Creating an oasis with greywater. Em 5 ed. **Oasis Design** (p. 144p). Santa barbara.

MANVILLE, D.; KLEINTOP, E.; MILLER, B.; DAVIS, E.; MATHEWSON, J.; DOWNS, T. Significance of indicator bacteria in a regionalized wastewater treatment plant and receiving waters. **Int J Environ Pollut**. 15(4):461–6. 2001.

MAY, S. **Caracterização, tratamento e reuso de água cinza e aproveitamento de águas pluviais em edificações**. 2009. Dissertação de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

MONTEIRO, R. C. (2009). **Vialibilidade técnica do emprego de sistema tipo "wetlands" para tratamento de água cinza visando o reuso não potável**.

MORAES, D. S., & JORDÃO, B. Q. (2002). Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre. **Revista Saúde Pública**, v. 36, n. 3, p. 370-374.

MOREL, A.; DIENER, S. Grey water management in low and middle-income countries. *Water and Sanitation in Developing Countries (Sandec)*. Eawag: **Swiss Federal institute of Aquatic Science and Technology**; 2006

NBR 13969:1997 **Tanques sépticos - unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - projeto, construção e operação**: ABNT 60p. 1997.

ORON, G. et al. Greywater use in Israel and worldwide: Standards and prospects. **Water Research**, v. 58, p. 92-101, 2014.

OTTERPOHL, R. Black, brown, yellow, grey- the new colors of sanitation. **Water** 21. p. 37-41, out. 2001

OTTOSON, J.; STENSTRÖM, T. A. Faecal contamination of greywater and associated microbial risks. **Water Res**, 37(3): p, 645–55, 2003.

PERTEL, M. **Caracterização do uso da água e da energia associada à água em uma edificação residencial convencional e uma dotada de um sistema de reuso de águas cinza**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo. 76 p. Vitória, 2009.

PETERS, M. R. **Potencialidade de uso de fontes alternativas de água para fins não potáveis em uma unidade residencial**. Dissertação de Mestrado em

Engenharia Ambiental - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

RODRIGUES, L. C. S. **Avaliação da eficiência de dispositivos economizadores de água em edifícios residenciais em Vitória-ES**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

ROSE, J. B., SUN, G., GERBA, C. P. & SINCLAIR, N. A. Microbial quality and persistence of enteric pathogens in gray water from various household sources. **Water Res**, 25(1), 37-42. 1991.

SCHAFER, A. I.; NGHIEMA L. D., OSCHMANN N.; AL-JAYYOUSI. Bisphenol A retention in the direct ultrafiltration of greywater. **Journal of Membrane Science** V. 283 p. 233–243, 2006.

SHIKLOMANOV, I. A. **World water resources at the beginning of the 21st century**. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris, 1999. Disponível em: <<http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/shiklomanov/index.shtml>> Acesso em out. 2015.

SIEGRIST, R. **Segregation and separate treatment of black and grey household wastewaters to facilitate on-site surface disposal**. Madison, Wisconsin: small scale water management project, University of Wisconsin, Madison. 1976.

USEPA. **Implementation guidance for ambient water quality criteria for bacteria**. Washington, DC 2004. (EPA 823-B-04-002). Disponível em: <http://www.waterquality.utah.gov/WQS/20071017_Implementation_Guidance-Bacteria.pdf>. Acesso em jan. 2015

VALENTINA, R. S. D. **Gerenciamento da qualidade e da quantidade de água cinza em uma edificação residencial de alto padrão com vistas ao Seu reuso não-potável**. 2009. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Espírito Santo.

VAZ, L. O. **Avaliação do risco microbiológico decorrente do reuso de águas cinza em uma edificação residencial de alto padrão**. 2009. Dissertação de

mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Espírito Santo.

WINWARD, G. P.; AVERY, L. M.; FRAZER-WILLIAMS, R.; PIDOU, M.; JEFFREY, P.; STEPHENSON, T.; JEFFERSON, B. A study of the microbial quality of grey water and an evaluation of treatment Technologies for reuse. **Ecological Engineering**. n. 32, p. 187–197, 2008.

YEZLI, S.; OTTER, J.A. Minimum Infective dose of the major human respiratory and enteric viruses transmitted through food and the environment. **Food and Environmental Virology**. 3 (1), 2011.