

ESTUDO DE CASO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

ALPHAVILLE- RN: verificação do potencial para reúso¹

Rayssa Lima de Oliveira²

MSc. Aldo da Fonseca Tinoco Filho³

RESUMO

O presente artigo objetiva discutir os dados coletados na Estação de Tratamento de Efluentes do Condomínio Alphaville Natal, implantada por uma empresa terceirizada, com o intuito de considerar a viabilidade e o potencial de reúso das águas residuárias tratadas oriundas da ETE. A possibilidade latente foi verificada através de comparativos de parâmetros determinados por legislações internacionais, como a USEPA, legislações nacionais, como a Resolução nº 430/2011 do CONAMA, e também uma legislação com foco regional, como a Portaria nº 54/2002 do Estado do Ceará e os parâmetros da Equipe PROSAB. Visando como uma alternativa o uso para irrigação dentro da área comum do condomínio.

Palavras-chaves: Estação de Tratamento de Esgotos. Reúso. Irrigação paisagística.

ABSTRACT

This article presents and discusses the analysis of the data collected at the Alphaville Natal condominium Effluent Treatment Station implemented by an outsourced company, with the purpose of analyzing the feasibility and the potential for reuse of wastewater treated from the ETE, through comparing the parameters determined by some international legislation, such as USEPA, national legislation,

¹Artigo apresentado ao Centro Universitário do Rio Grande do Norte – UniRN, como parte dos requisitos para obtenção do título de Especialista em Arquitetura e Engenharia Sustentável.

² Acadêmica do Curso de Especialização em Arquitetura e Engenharia Sustentável do Centro Universitário do Rio Grande do Norte. Email: raychellima@hotmail.com;

³Orientador. Mestre em Engenharia Sanitária. Professor do Centro Universitário do Rio Grande do Norte. Email: aldotinoco123@gmail.com

such Resolution No. 430/2011 of CONAMA, as well as legislation with a regional focus as the ordinance number 54/2002 – Ceará State and the parameters from the PROSAB Team. Aiming at all an alternative to use one in irrigation within the common area of the condominium.

Keywords: Sewage Treatment Station. Reused. Landscape irrigation

1 INTRODUÇÃO

O gradativo crescimento da população mundial vem modificando gradativamente as condições ambientais, que influem diretamente na qualidade de vida dos seres humanos. Para garantir o meio ambiente de forma mais saudável, o saneamento é uma ferramenta de importância ímpar, baseando-se em quatro pilares: água, esgoto, drenagem pluvial e resíduos sólidos (FUNASA, 2015).

Enfatiza-se, dentre os componentes do saneamento, o esgoto gerado pelo ser humano. Possuindo alta carga de contaminantes, configura-se como o principal poluente de corpos d'água e do solo. Faz-se necessário, portanto, encontrar meios que possibilitem a mitigação ou até mesmo a erradicação destas poluições e dos prejuízos que trazem ao meio ambiente e à qualidade de vida. Constatase, desta forma, que o tratamento de esgotos e o seu destino final adequado são indispensável solução para os referidos problemas.

Apesar da intenção, nem sempre o tratamento de esgoto vem sendo implementado para assegurar a qualidade do efluente que será devolvido ao meio ambiente. Mesmo com as exigências legislativas e apesar do crescimento quantitativo da utilização de sistemas de tratamento de esgotos, o controle qualitativo não vem crescendo na mesma proporção, devido à falta de recursos financeiros, da vontade política da capacidade institucional para regulação e controle do lançamento dos esgotos bruto nos cursos hídrico.

Desta maneira, além do incentivo à ampliação do uso de sistemas de tratamento de esgotos, deve existir preocupação humana em relação ao correto funcionamento dos mesmos. Estes devem desempenhar, com louvor, sua função de remoção dos contaminantes, para que possa haver a disposição final do efluente nos

cursos hídricos sem a consequente poluição destes ou, ainda, a reutilização do efluente líquido, tendo em ambos os casos, por consequência lógica, a melhoria do ambiente regional. Neste sentido, a eficiência das estações de tratamento pode ser encontrada por meio da avaliação constante da qualidade do efluente líquido, comparando resultados obtidos de amostras extraídas do esgoto bruto, antecedente ao tratamento, e do esgoto tratado, ou efluente líquido, produto final do sistema (SPERLING, 2010).

O reúso de águas não se trata de uma inovação tecnológica, ao contrário, ele é realizado pelo nosso planeta, de forma natural, desde os primórdios, para uma variedade de usos: recargas de aquífero (água subterrânea), irrigação, uma alternativa ao uso de água potável para indústrias.

As águas residuárias tratadas apresentam-se como um recurso e não como um resíduo. O crescimento populacional e as alterações no uso do solo ampliam a demanda nos corpos hídricos, convergindo na conscientização da importância do uso racional dos recursos, da necessidade de controle de desperdícios e do valor do reúso da água. Esta reutilização ganha destaque, como fonte alternativa no suprimento de água para uma gama de aplicações de uso não potável ao longo do mundo, aumentando e gerando oportunidades, de natureza sustentável, com o uso eficiente dos recursos, garantindo a proteção do meio ambiente e da saúde humana e se constituindo em componente para a gestão sustentável da água, onde nas situações de acentuada escassez hídrica, pode vir a se estabelecer uma exigência da necessidade de implementação da tecnologia de reúso.

Neste sentido, o presente trabalho busca verificar o potencial de reúso das águas oriundas do tratamento de esgoto doméstico da estação de tratamento de esgoto, situada no condomínio Alphaville Natal frente aos avanços nessas tecnologias com as práticas recomendadas no planejamento, projeto e a implementação de decisão sobre reutilização do efluente tratado de uma maneira segura e sustentável.

2 OS RECURSOS HÍDRICOS

2.1 O ESTRESSE HÍDRICO

Segundo o Plano Nacional de Recursos Hídricos, cerca de 70% da superfície do nosso planeta é composta por água em seu estado líquido, contudo apenas 2,5% dessa água são representadas por águas doces que podem ser consumidas/usadas. Talvez por isso, tenha sido o recurso que mais foi “deixado de lado” e mal gerido pela humanidade. A escassez de água doce, já é uma realidade global, que é claramente visto na diminuição dos níveis dos mananciais, sejam eles superficiais ou subterrâneos, sendo os problemas relacionados tanto com a quantidade quanto a qualidade de água.

A baixa disponibilidade de águas, principalmente no âmbito urbano, afeta grande parte da população, retardando o progresso e por consequência limitando a atividade econômica. Born (2000) ressalta, além da escassez física, outros dois tipos de escassez: a escassez econômica, referente à incapacidade de se pagar os custos de acesso a água e a escassez política, correspondente às políticas públicas inadequadas que impedem algum segmento populacional de ter acesso à água ou ecossistemas aquáticos.

Como já dito, não se trata de um problema exclusivo do território brasileiro e possui como uma das causas mais notáveis o acelerado crescimento populacional. Apesar da taxa de crescimento estar em constante declínio, atualmente inferior a 1,2% a.a., a expectativa de vida continua aumentando graças aos avanços tecnológicos. Segundo estimativas da Organização das Nações Unidas (ONU), o contingente populacional do planeta atingirá a marca de 9 bilhões de habitantes em 2050, ou seja, um acréscimo de aproximadamente 2,1 milhões de habitantes, sendo a taxa de crescimento de 0,33% ao ano.

No planeta o total de água globalmente retirado de rios, aquíferos e outras fontes aumentou cerca de 9 vezes, enquanto o uso por pessoa dobrou e a população triplicou. (TUCCI, 2005)

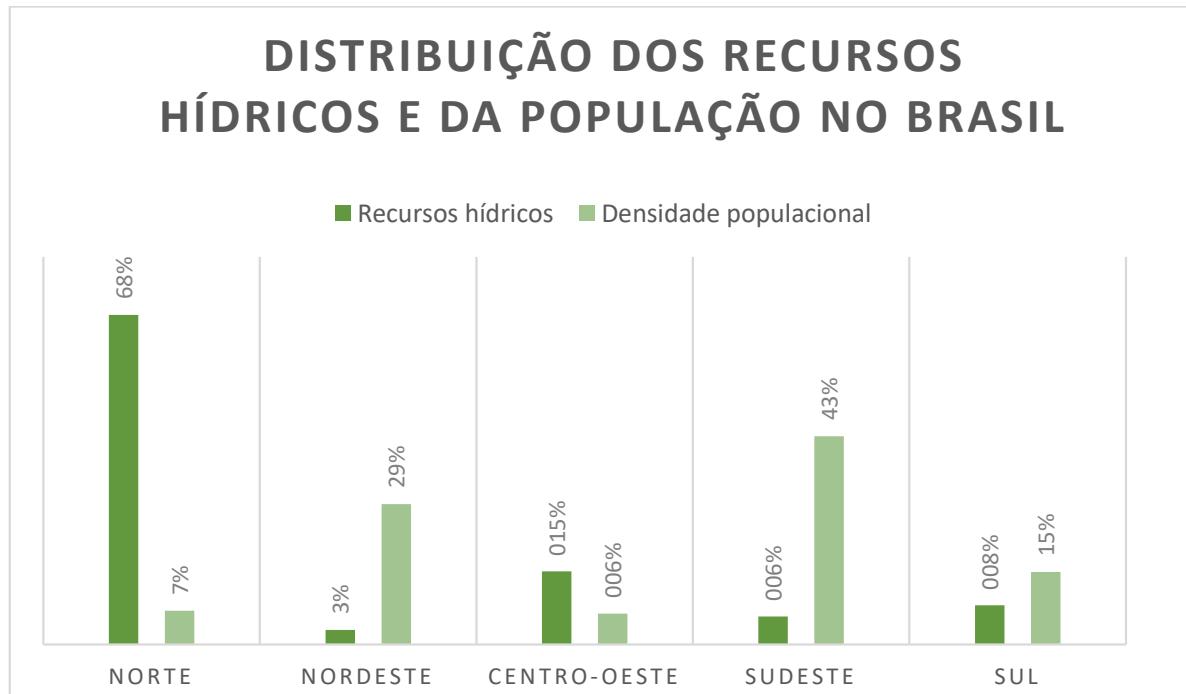
O resultado do aumento da população, da industrialização, agricultura e da contaminação:

- 1950 – Reservas mundiais = 16,8 mil m³/pessoa;
- 2005 - Reservas mundiais = 7,3 mil m³/pessoa;
- 2030 - Reservas mundiais = 4,8 mil m³/pessoa;

O agravamento dos baixos níveis dos reservatórios deve considerar o processo de urbanização como um todo, ou seja, não só o aumento da demanda da água, mas também pelo lançamento dessas águas após o uso (águas residuárias) na natureza sem maiores preocupações com seu nível poluidor.

O Brasil possui entre 10% e 12% do total de água doce disponível no planeta, caracterizando-o como um dos mais ricos em termos quantitativos. No entanto, heterogeneia na distribuição geográfica dos recursos hídricos e da população se transforma em um problema, já que as maiores percentagens de água doce do país são encontradas nas regiões Norte e Centro-Oeste onde as densidades demográficas são as menores. Em contrapartida, nas regiões Nordeste e Sudeste são encontradas as menores parcelas de água e as maiores em termos de concentração populacional.

Gráfico 1: Situação da distribuição dos recursos hídricos e da população no Brasil



Fonte: Dados da SANASA (2017)

Em 2005, *Ghisi* escreveu que “sem a implementação de programas de conservação a disponibilidade hídrica nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil podem chegar à condição de catastroficamente baixa, de acordo com a classificação da ONU.”

Quadro 1: Classificada da disponibilidade hídrica, segundo a ONU

Disponibilidade Hídrica (m ³ /habitante/ano)	Classificação
Maior que 20.000	Abundante
Entre 20.000 e 2.500	Correta
Entre 2.500 e 1.500	Pobre
Menor que 1.500	Crítica

Fonte: ONU

A Organização Mundial de Saúde (OMS) e a ONU, através do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), vem desenvolvendo atividades conjuntas no que se trata do gerenciamento global dos recursos hídricos. Essa ação resultou no desenvolvimento de uma estratégia global para a administração das águas tendo como base o conceito do desenvolvimento sustentado, cujos objetivos foram: a manutenção da integridade dos ecossistemas, a proteção da saúde pública e o uso sustentado da água. A estratégia proposta cita a necessidade do desenvolvimento de um equilíbrio racional entre a quantidade e a qualidade, tendo como foco o gerenciamento ambiental, levando em consideração as possibilidades de tratamento e de reuso das águas.

As principais linhas de ação recomendadas são: A política hídrica integrada, que entende a relação intrínseca da qualidade e quantidade das águas, do mesmo modo que a sua importância para a conservação dos recursos. Um exemplo que a formulação de uma política para a implementação deve levar em conta são os aspectos relacionados a quantidade e a qualidade, como as diferentes formas de reuso das águas residuárias; A ação integrada e ampla na bacia hidrográfica, que é reconhecida como a unidade hidro geográfica para o gerenciamento dos recursos hídricos; A proteção desses recursos hídricos, superficiais e subterrâneos, que nada mais é que o gerenciamento desses meios, principalmente nas regiões consideradas vitais para o abastecimento; E a ação conjunta no âmbito internacional, que visa o compartilhamento dos instrumentos de gestão das bacias, bem como a cessão de experiências e tecnologias.

O estresse hídrico não se limita à escassez de água. Saneamento também é uma causa. Para o consumo humano é exigido que a água seja potável e tratada para alcançar certos parâmetros, mas o crescimento desenfreado das cidades vem comprometendo a qualidade das águas nos mananciais, superficiais e subterrâneos.

As águas superficiais, as que não penetram no subsolo e vão correndo ao longo da superfície do terreno, e acabam por se misturar aos lagos e rios, são poluídas pelo lançamento de esgotos domésticos, efluentes industriais e produtos químicos usados em larga escala na agricultura. No Brasil, cerca de 73% dos municípios são abastecidos com águas superficiais, sujeitas a todo tipo de poluentes.

Mas não são apenas as águas superficiais que estão sujeitas a poluição decorrente da falta de saneamento, as águas profundas também são atingidas pela degradação. Segundo a ANA, a falta de saneamento adequado em alguns municípios da região Nordeste, fez com que os efluentes chegassem aos poços. O que se torna um grave problema se for levado em consideração o aumento, significativo, no consumo dos aquíferos subterrâneos. Outro agravante da situação são as políticas públicas de saneamento básico que tem se mostrado irregular e deficiente, em todas as esferas da administração pública (federal, estadual e municipal).

3 EFLUENTES

3.1 A NECESSIDADE DA COLETA DE ESGOTO PARA O SANEAMENTO BÁSICO

A explosão demográfica na formação de grandes centros urbanos e seu desenvolvimento acelerado é um fenômeno a cada dia mais recorrente, desde a chamada I Revolução Industrial, que se tornou um divisor de águas de modo histórico e quase todos os aspectos econômicos, sociais e sanitários da população foram influenciados por ela. A população experimentou um crescimento sem precedentes históricos, com aumento da renda média.

Por outro lado, o adensamento demográfico urbano gerado acarreta e intensifica problemas: a remoção das águas residuárias advindas das atividades humanas e a sua destinação final apropriada.

Essas complicações surgiram quando as primeiras povoações permanentes começaram a se desenvolver, porém as soluções iniciais eram eficazes através de sistemas individuais, fossas sépticas e sumidouros, ou mesmo com pequenos sistemas coletivos. Desde o surgimento, o problema é dito apenas no aspecto de remoção dos rejeitos sólidos ou líquidos, uma vez que o meio natural, cursos d'água e o solo, garante uma disposição sanitária conveniente. Porém com o aumento da

densidade demográfica, essas soluções não encontram áreas suficientes dentro dos limites urbanos.

A autodepuração dos corpos hídricos em áreas urbanas, já vem se tornando transtorno inexequível, pois elevada disposição sanitária e o lançamento “*in-natura*” de vários tipos de efluentes, fazem com que não haja tempo ou distância suficiente para que essa a capacidade que as águas possuem de regenerar, após a deposição de materiais orgânicos, seja cumprida. Dessa maneira temos o surgimento do novo e complexo problema: A necessidade do tratamento das águas residuárias.

3.2 O INTUITO DOS TRATAMENTOS DE ESGOTOS

Os propósitos que se pretendem atingir com o estabelecimento de um sistema público de esgotamento de um centro urbano são divididos por Garcez (2014) em três categorias: sanitária, social e econômica.

Os objetivos sanitários são aqueles ligados a saúde pública de um modo geral, ou seja, a principal finalidade é o controle e a prevenção de enfermidades. Também estão correlacionados: a coleta rápida e segura das águas residuárias e dos dejetos humanos; o tratamento desses resíduos; e o lançamento seguro e adequado destes nos corpos receptores naturais.

As metas sociais, são aquelas que visam as melhorias das condições de conforto e a segurança da população podendo ser realizadas por meios da eliminação de aspectos visualmente ofensivos e ao desaparecimento de odores, da prevenção na geração de desconfortos e de acidentes relacionados a altos índices pluviométricos. Também são responsáveis pelas drenagens rápidas e do deslocamento dessas águas, quando o lençol freático da área atingida for pouco profundo, e pela utilização dos elementos visíveis pela população como meios de recreações e/ou para práticas esportivas.

Já na categoria econômica, o princípio fundamental está intimamente relacionado aos outros aspectos: o aumento na qualidade de vida dos indivíduos com o acréscimo da renda nacional per capita, seja por meio da longevidade ou por crescimento da produção. Conjuntamente com isso há a implantação e desenvolvimento de novos mercados, o que permite um afluxo de habitantes atraídos

pela possibilidade de melhoria e de trabalho. As conservações dos meios urbanos, como as das vias públicas com as obras de prevenção contra erosões e inundações ocasionadas pelas águas pluviais, e a do meio natural, que contam com o cuidado dos recursos naturais contra a poluição, à manutenção destes e o aproveitamento de suas margens de forma eficiente.

3.3 SISTEMAS DE TRATAMENTO

A função dos sistemas de tratamento consiste na reprodução, através de processos físicos, químicos e/ou biológicos realizados num curto período de tempo, das condições necessárias e ideais, comumente encontradas na natureza, para, dentre outras, a promoção da decomposição da matéria orgânica presente nos esgotos. O tipo de tratamento pode ser escolhido de acordo com a divisão feita pelo grau de remoção dos poluentes que se deseja atingir.

3.3.1. Tratamento preliminar

Essa etapa do tratamento destina-se a remoção das partículas sólidas grosseiras que se encontram em suspensão no efluente como os materiais de maior dimensão e os sólidos decantáveis, como a areia, a fim de que estes não danifiquem nem prejudiquem as tubulações e os sistemas de bombeamento, protegendo, dessa forma, o bom funcionamento das próximas fases. Trata-se de uma etapa exclusivamente física, ou seja, seus mecanismos básicos de remoção são físicos, sendo comumente composto por um sistema de gradeamento, um desarenador e um medidor de vazão.

3.3.2. Tratamento primário

Apesar da característica estética do esgoto nessa fase ser ligeiramente mais agradável que no primeiro momento, suas características poluidoras continuam basicamente inalteradas. Aqui os sólidos em suspensão sedimentáveis e os sólidos flutuantes são removidos, basicamente por um decantador que permite que esses sólidos se depositem paulatinamente no fundo enquanto os flutuantes, como as graxas, os óleos e as gorduras subam para a superfície. Essa massa de sólidos que é formada é chamada de lodo primário bruto.

3.3.3. Tratamento secundário

Nessa fase do tratamento é onde se predomina a parte biológica do sistema, ocorrendo à remoção da DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) por meio de reações bioquímicas realizadas por microrganismos. A eficiência de um tratamento secundário é altíssima chegando a 95% ou mais, dependendo do tipo e da operação da ETE. Geralmente, essa etapa consiste em reatores como as lagoas de estabilização, lodo ativado, filtros biológicos ou variantes.

O efluente resultado desse estágio, ainda conterá uma parcela de matéria orgânica remanescente e uma grande quantidade de microrganismos, fazendo com que por vezes seja necessário um tratamento terciário. Apesar disso, por essas águas apresentarem um reduzido nível de poluição por matéria orgânica, elas podem ser admitidas, na maioria dos casos, no meio ambiente receptor.

3.3.4. Tratamento terciário

O tratamento terciário ocorre normalmente antes do lançamento final no corpo receptor, se fazendo necessário para proceder à desinfecção das águas resíduárias tratadas para a remoção de microrganismos, ou, em casos especiais, à remoção de determinados nutrientes, tais como nitrogênio e fósforo. As formas de tratamento costumam ser:

- Desinfecção: Comumente feito pelo método da cloração, que é o de menor custo e de elevado grau de eficiência em relação aos outros
- Remoção de fósforo: Pode ser feita por precipitação química, geralmente com sais de ferro. O lodo químico resultante é difícil de tratar e o uso dos produtos químicos torna-se expansivo.
- Desnitrificação: Trata-se do processo de redução do nitrogênio, que requer condições de baixa concentração de oxigênio para que as comunidades biológicas se formem. É facilitado por um grande número de bactérias. O sistema de lodo ativado, se bem projetado, também pode reduzir parte significante do nitrogênio.

3.4. SISTEMA DE LODO ATIVADOS

O sistema de tratamento chamado de lodo ativado é enquadrado com um processo biológico no qual o efluente e o lodo ativado são misturados, agitados e

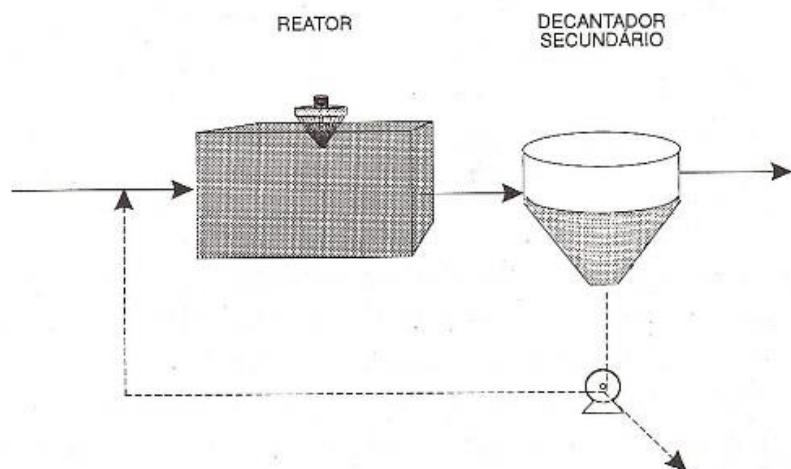
aerados, ou seja, a introdução de oxigênio para a realização do processo de decomposição da matéria orgânica pelo metabolismo das bactérias aeróbias presentes na mistura. Esse oxigênio pode ser incorporado à técnica de diversas maneiras, como por aeradores superficiais, sistema com difusores e até mesmo oxigênio puro pode ser adicionado ao efluente.

O resultado entre a interação desses microrganismos e a matéria orgânica presente nos tanques é a formação de flocos, que são mantidos em suspensão pelo equipamento de aeração. Essa biomassa tem uma grande facilidade de separação, já que os flóculos formados são de grande dimensão e são facilmente decantáveis.

Uma das desvantagens desse método é o elevado consumo de energia elétrica, já que ele exige um alto grau de mecanização para a circulação do oxigênio. Porém, o grau de eficiência dele torna-se altíssimo, em grande parte devido à recirculação do lodo, que permite que o tempo de detenção hidráulica seja pequeno e que, por consequência, as dimensões do reator também sejam pequenas. Essa recirculação também ocasiona que a idade do lodo consiga ser maior que em outros processos.

Outra vantagem é que além da matéria orgânica carbonácea ser retirada com eficácia, o nitrogênio e o fósforo também podem ser removidos pelo procedimento. Contudo, a remoção de coliformes costuma ser baixa, devido ao baixo tempo de detenção que termina por vezes sendo insuficiente para o lançamento no meio natural.

Figura 1: Representação esquemática simplificada de um sistema de lodo ativado.



Fonte: COMUSA - SERVIÇOS DE ÁGUA E ESGOTO DE NOVO HAMBURGO. **Tratamento de Esgoto.** 2013. Disponível em: <<http://www.comusa.rs.gov.br/index.php/saneamento/tratamentoesgoto>>. Acesso em: 02 out. 2017.

4 O REÚSO DAS ÁGUAS RESIDUARIAS

A concepção do reúso de águas não se trata de uma ideia inovadora, ao contrário, o nosso planeta vem realizando o processo de reutilização da água desde os primórdios através do ciclo hidrológico.

Para Lavrador Filho (1987), citado por Pela Equipe da Rede 2 do PROSAB (2005), o conceito de reúso da água seria “o aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, para suprir as necessidades de outros usos benéficos, incluindo o original. Pode ser direto ou indireto, bem como decorrer de ações planejadas ou não planejadas”.

- Reúso indireto: ocorre quando a água já utilizada, uma ou mais vezes, é descarregada em um corpo hídrico, sendo dessa forma diluída e novamente utilizada a jusante de modo intencional ou não, de forma controlada ou não. Ao retornar a natureza, ele estará sujeito a processos de autodepuração e sedimentação, além da possibilidade de combinações com outros tipos de despejos oriundos de outras atividades.
- Reúso direto: se caracteriza pelo encaminhamento dos efluentes, convenientemente tratados, de sua fonte de descarga até o lugar em que será reusado, sofrendo tratamentos adicionais e armazenamentos específicos, de modo que ele em momento algum seja descarregado na natureza.

Contudo, essa terminologia sugerida por Lavrador Filho (1987) pressupõe que haja um sistema de tratamento de efluentes, por meios naturais ou por ações humanas, que atenda todos os critérios de qualidade necessários para a nova destinação que se deseja fazer com essa água.

Ele ainda particulariza um tipo de reúso direto, a reciclagem de água, que é o reúso interno da água, antes de sua descarga em um sistema geral de tratamento ou outro local de disposição, para servir como fonte suplementar de abastecimento do uso original.

Já segundo Braga Filho e Mancuso (2002), o reúso de água subentende uma tecnologia desenvolvida em maior ou menor grau, dependendo dos fins a que se destina a água e de como ela tenha sido usada anteriormente.

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), estabeleceu pela Resolução nº 54 de 2005, as seguintes definições, a cerca de reúso:

- Reúso de água: é a utilização de águas residuárias, tratadas ou não.
- Água de reúso: água residuária, que se encontra em conformidade com os padrões exigidos de acordo com a modalidade de uso pretendida.
- Reúso direto de água: uso planejado de água de reúso, conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos;

Desta forma, o reúso de águas pode ser fixado como o aproveitamento de águas residuárias, tendo passado por processos de tratamento ou não, para o mesmo ou outro fim.

A Resolução também relaciona as vantagens que a prática do reúso realiza, como uma forma de resolver as mais variadas possibilidades, devendo ser levado em consideração:

- A diretriz adotada pela ONU de que caso não haja abundância dos recursos, nenhuma atividade que tolere o uso de uma água de qualidade inferior deverá utilizar uma de boa qualidade;
- Os princípios estabelecidos pela Agenda 21 de que o reúso constitui em uma prática de conservação e racionalização dos recursos hídricos, podendo ser tratada como um instrumento de regulação da oferta e da demanda dos recursos;
- A escassez hídrica, antes observada apenas em algumas poucas regiões do globo e que já se tornou um problema global, a qual está relacionada as noções de qualidade e quantidade dos recursos;
- A elevação dos custos de tratamento de água em função da degradação dos mananciais;

- A redução das descargas de poluentes nos corpos receptores, o que leva a uma maior conservação dos recursos para o abastecimento público e para outros usos que sejam exigentes quanto à qualidade;
- A diminuição dos custos associados à poluição, resultando na contribuição da proteção da saúde pública e da proteção do meio ambiente.

Contudo, também há desvantagens na aplicação do reúso de águas, como a possibilidade de contaminação ambiental e de danos às culturas, devido à presença de alguns compostos. Também existe a possibilidade de alterações nas características do solo, como também ocorre o risco de transmissão de doenças aos trabalhadores, manipuladores e dos consumidores dos produtos que utilizam as águas de reúso.

4.1. Aplicações de reúso

A conscientização em volta da importância do uso racional, da necessidade de controle de desperdícios e do valor do reúso da água, só aumenta, gerando oportunidades de natureza sustentável.

A atual escassez dos recursos hídricos em todo o globo favorece a discussão acerca da qualidade da água que é oferecida a população, já que os corpos hídricos existentes não possuem a capacidade depuradora necessária para a demanda afetando a água de boa qualidade, independente do seu uso. Dessa forma, o reúso planejado torna-se uma das soluções mais favoráveis.

A Agência de Proteção Ambiental Americana, USEPA, apresenta uma tabela em seu manual para reúso de águas, 2012, com as seguintes categorias:

Quadro 2: Relação de categorias de reúso com suas descrições, de acordo com a Agência de Proteção Ambiental Americana

Categoria de reúso		Descrição
REÚSO URBANO	SEM RESTRIÇÕES	O uso de água recuperada para aplicações não potáveis no ambiente municipal onde o acesso público não tem restrições
	COM RESTRIÇÕES	O uso de água recuperada para aplicações não potáveis no ambiente municipal onde o acesso público é controlado ou restrito por barreiras institucionais ou físicas tais como cercas, sinalização consultiva ou restrições de acesso temporal.
REÚSO AGRÍCOLA	CULTIVO DE ALIMENTO	O uso de água recuperada para irrigar cultivos de alimento que são destinados para consumo humano
	CULTIVO DE ALIMENTOS PROCESSADOS E	O uso de água recuperada para irrigar cultivos que são tanto processados antes do consumo humanos ou não consumidos por humanos

	NÃO PROCESSADOS	
REPRESAMENTOS	SEM RESTRIÇÕES	O uso de água recuperada em represamento no qual nenhuma limitação é imposta nas atividades recreação com contato primário
	COM RESTRIÇÕES	O uso de água recuperada em represamento onde o contato primário é restritivo.
REÚSO AMBIENTAL		O uso de água recuperada para criar, melhorar, sustentar ou aumentar corpos d'água, incluindo áreas úmidas, habitats aquáticos ou fluxo de córregos
REÚSO INDUSTRIAL		O uso de água recuperada em aplicações e instalações industriais, produção de energia e extração de combustíveis fósseis.
RECARGA DE AQUÍFERO E REÚSO NÃO POTÁVEL		O uso de água recuperada para recarregar aquíferos que não são usados como fonte de água potável.
REÚSO POTÁVEL	INDIRETO	Aumento de uma fonte de água potável (água superficiais ou subterrâneas) com água recuperada, seguida de um BUFFER ambiental que precede o tratamento normal da água potável
	DIRETO	A introdução de água recuperada (com ou sem retenção em um buffer de armazenamento projetado) diretamente em uma estação de tratamento de água potável, colocada ou distante do sistema avançado de tratamento de águas residuais

Fonte: Extraída do **Manual para reúso de água**, 2012, USEPA – AGÊNCIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL AMERICANA. Disponível em: <<https://nepis.epa.gov/Adobe/PDF/P100FS7K.pdf>>. Acessado em: 02 março 2018. Traduzido pelo autor.

O reúso das águas residuárias tratadas de maneira planejada pode ser utilizado para os mais variados fins, como a geração de energia, lavagem de ruas e pátios, irrigação de áreas verdes com o intuito paisagístico, como também para a irrigação de culturas, dessedentação de animais, recarga de aquíferos subterrâneos, aquicultura, entre tantos outros.

Segundo a Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos que é a responsável por “Estabelecer modalidades, diretrizes e critérios gerais que regulamentem e estimulem a prática de reúso direto não potável em todo o território nacional”, o reúso direto não potável é definido nas seguintes modalidades:

- Reúso para fins urbanos: o uso de água de reúso para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros e veículos, desobstruções em tubulações, construção civil, combates a incêndios; dentro da área urbana;
- Reúso para fins agrícolas e florestais: aplicação da água de reúso para a produção de culturas e o cultivo de florestas plantadas;
- Reúso para fins ambientais: utilização de água de reúso para a implantação de projetos de recuperação do meio ambiente;
- Reúso para fins industriais: aplicação de água de reúso em processos, atividades e operações industriais; e,

- Reúso na aquicultura: emprego de água de reúso para criação de animais ou para o cultivo de vegetais em meio aquático.

4.1.1. Reúso para fins agrícolas

Dentro do reúso para fins agrícolas, os padrões de qualidade estabelecidos variam de acordo com o tipo de irrigação a ser realizado: irrigação restrita ou irrigação irrestrita.

Entende-se por irrigação irrestrita aquela cuja aplicação não possui restrições técnicas e nem de tipo de cultura a ser irrigado, inclusive culturas que podem ser consumidas cruas e de hidropônica, tendo que atender padrões de qualidade mais elevados do que a irrigação restrita, onde a exposição humana aos nutrientes do efluente tratado é mais controlada. Nesta se enquadram as culturas alimentícias que não são consumidas cruas (somente culturas submetidas à cocção prévia ao consumo, ao processamento industrial, cereais, etc.) e também forrageiras, pastagens, árvores e hidropônicas.

Quanto à reutilização do efluente tratado, dando enfoque ao reuso agrícola, não há, a nível nacional, norma ou legislação que regulamente a atividade, apesar de esta prática estar em plena expansão no Brasil.

5 METODOLOGIA

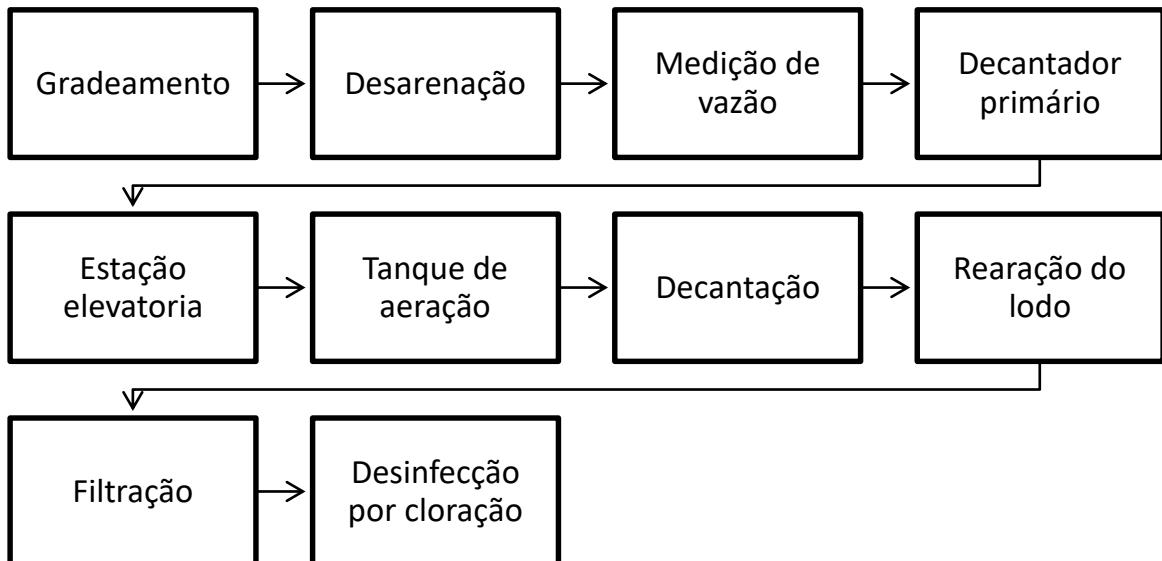
Para o desenvolvimento do artigo, foi feito o estudo na Estação de tratamento de efluentes, presente no condomínio residencial Alphaville Natal-RN, com o intuito de analisar se há a possibilidade de reúso das águas residuárias tratadas, como forma de implantar o conceito de sustentabilidade. A ETE Alphaville RN é do tipo lodo ativado, com um tratamento, de acordo com o manual de operações, a nível terciário e uma eficiência de 95% do sistema.

Figura 2: Diagrama sequencial dos níveis de tratamento e das operações presente na ETE Alphaville RN



Fonte: Criado pelo autor com base nas informações obtidas pelo Manual de operação e manutenção da estação

Figura 3: Diagrama sequencial das operações presente na ETE Alphaville RN



Fonte: Criado pelo autor com base nas informações obtidas pelo Manual de operação e manutenção da estação.

Para o estudo, foram usados dados coletados in loco e dados usados com base em parâmetros obtidos através de legislações, resoluções e pesquisas encontradas em referências bibliográficas.

Das informações disponibilizadas pela associação de moradores do condomínio, podem se separar em dois grupos: os aspectos físico-químicos e os aspectos microbiológicos. Esses dados foram inspecionados pela empresa terceirizada de análise *Central Hidrolab Serviços LTDA* que utiliza os parâmetros máximos permitidos pela Resolução nº 430/2011 do CONAMA como método de avaliação da eficiência da estação.

Os aspectos físico-químicos que são analisados, são: a DBO, DQO, PH, NH_3 , Fósforo, e os sólidos sedimentáveis e os em suspensão. Em relação a metais, não há análises laboratoriais. De aspectos microbiológicos, são estudados os coliformes totais e os termo tolerantes, que de acordo com a resolução nº 430 não há valores de referência.

A Resolução nº 430 de 13 de maio de 2011 do CONAMA é a responsável por dispor de “condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores”. Ela surgiu com pequenas alterações da Resolução nº 357 de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, além de estabelecer as condições e padrões de lançamento de efluentes.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análise dos aspectos exigidos por normas, para uma definição dos resultados, foram compilados em tabela de forma a melhorar o seu entendimento.

Quadro 03: Tabela de compilação dos dados da ETE Alphaville Natal, dos parâmetros da bibliografia usada como referência e das legislações de aspectos Internacionais, Nacionais e, de melhor adaptação ao clima do caso de estudo, Estadual.

DADOS	MEDIÇÕES (<i>in loco</i>)	VALORES DE REFERÊNCIA			
		VALORES INDICADOS PELA EQUIPE PROSAB (<i>Para irrigação</i>)	LEGISLAÇÃO		
	ETE ALPHAVILLE		USEPA (<i>United States Environmental Protection Agency</i>)	NACIONAL (CONAMA 430/2011 - Seção II)	CEARÁ (Portaria nº 154/2002)
Coliformes totais	$5,4 \times 10^5$	Não definido	Não definido	Não definido	Não definido
Coliformes termotolerantes	$14,74 \times 10^4$	<1000	<1000	Não definido	<1000 <5000
Temp (°C)	26,08°C	Não definido	Não definido	X < 40°C	Não definido
Ph	6,80	6,5 < x < 9	6 < X < 9	5 < X < 9	Não definido
Sólidos suspensos (mg/L)	7,20	< 30 mg/L	<100	>20%	Não definido
Sólidos sedimentados (mL/L)	1,20	Não definido	>2000	≤1 mL	Não definido
Nitrogênio amoniacial	10,64	Não definido	Não definido	20,0 mg/L N	Não definido
Fósforo total	0,97	Não definido	Não definido	Não definido	Não definido
DBO _{5,20}	46,71	< 30 mg/L	<30 mg/L	≤120	Não definido

Fonte: Criado pelo autor com base nas informações compiladas das legislações dos Estados Unidos (USEPA), pela Resolução nº 430 do CONAMA, e da Portaria nº 154/2002 do Estado do Ceará.

Ao se comparar os parâmetros físico-químicos dos dados coletados na ETE, temos que para a USEPA e para a Equipe Prosab, o DBO não se enquadra aos níveis máximos permitidos para reutilização, fazendo com que não seja possível a reutilização dessa água sem um novo processo de tratamento de água, para que os mesmos se encaixem. Já pela Resolução do Conama passaria dentro dos conformes, e pela portaria do Ceará não é possível a discussão já que a mesma não define parâmetros mínimos.

Na aferição dos critérios microbiológicos, ou seja, os coliformes termotolerantes e os coliformes totais, também é caracterizada a não utilização dessas águas residuárias tratadas sem um novo tipo de tratamento de água, nas mesmas normatizações que não permitem o reúso para os parâmetros físico-químicos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista os resultados obtidos existe viabilidade de reúso dessas águas oriundas do tratamento da Estação Alphaville Natal, para fins urbanos como na lavagem dos logradouros do condomínio, irrigação paisagística de forma restrita em

função da técnica a ser aplicada, visto que se faz necessário um cuidado no manejo dessas águas pelos aplicadores.

Também há a possibilidade de reúso para fins agrícolas e florestais e para recuperação ambiental, tendo em vista a mesma ressalva que existe para os fins urbanos, que é o controle da exposição humana a essas águas tendo em vista a grande área verde localizada na proximidade do condomínio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAGA, Benedito et al. Poluição Ambiental: O meio aquático. In: BRAGA, Benedito et al. **Introdução à engenharia ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2013. Cap. 8. p. 73-167.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. (Org.). **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur/_publicacao/140_publicacao09062009025910.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2018.

CAIXETA, Cláudia Elizângela Tolentino. **Avaliação do atual potencial de reúso de água no Estado do Ceará e propostas para um sistema de gestão**. 2010. 323 f. Tese (Doutorado) - Curso de Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

CEARÁ (Estado). Portaria nº 154, de 01 de outubro de 2002. **Dispõe Sobre Padrões e Condições Para Lançamento de Efluentes Líquidos Gerados Por Fontes Poluidoras**: Portaria. Ceará, Disponível em: <http://antigo.semace.ce.gov.br/integracao/biblioteca/legislacao/conteudo_legislacao.asp?cd=95>. Acesso em: 25 nov. 2017.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **RESOLUÇÃO N° 54:** Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2005. 3 p. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=14>. Acesso em: 10 nov. 2017.

EMÍLIA RUTKOWSKI (São Paulo). Biblioteca Didática de Tecnologias Ambientais (Org.). **LODOS ATIVADOS.** 2005. ELABORADA PELA UNICAMP. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~bdta/esgoto/lodosativados.html>>. Acesso em: 02 out. 2017.

FERREIRA, Rafael. **O que é estresse hídrico.** 2013. Disponível em: <<http://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/27678-o-que-e-estresse-hidrico>>. Acesso em: 28 ago. 2017.

GARCEZ, Lucas Nogueira. **Elementos de engenharia hidráulica e sanitária.** 2. ed. São Paulo: Bluncher, 2014. 346 p.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. **Reúso de água.** Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, Núcleo de Informações em Saúde Ambiental. São Paulo: Manole, 2002

MARIA DE LOURDES FLORÊNCIO DOS SANTOS. Equipe PROSAB (Org.). **Reúso das águas de esgoto sanitário, inclusive desenvolvimento de tecnologias de tratamento para esse fim.** Rio de Janeiro: Abes, 2006. 427 p.

NOVA OPERSAN (São Paulo). **NÍVEIS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES**. 2015. Disponível em: <<http://infoopersan.com.br/niveis-de-tratamento-de-efluentes>>. Acesso em: 02 out. 2017.

OLIVEIRA, Maria Vendramini Castrignano de; CARVALHO, Anésio Rodrigues de. Esgotos. In: OLIVEIRA, Maria Vendramini Castrignano de. **Princípios básicos do saneamento do meio**. 11. ed. São Paulo: Senac, 2012. Cap. 3. p. 115-132.

PIVELI, Roque Passos. **LODO ATIVADO**. 2017. Disponível em: <www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id_arq=19326>. Acesso em: 02 out. 2017.

RICARDO FRANCI GONÇALVES (Coord.). Rio de Janeiro. Projeto PROSAB (Org.). **Uso racional de Água em edificações**. Petrópolis: SERMOGRAF Artes Gráficas e Editora Ltda, 2006. 352 p. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Uso_agua_-_final.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2017.

RIO GRANDE DO NORTE. Caern. Governo do Estado. **TRATAMENTO DE ESGOTO**. 2014. Disponível em: <<http://www.caern.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=12037&ACT=null&PAGE=0&PARM=null&LBL=null>>. Acesso em: 02 out. 2017.

RIO GRANDE DO SUL. SERVIÇOS DE ÁGUA E ESGOTO DE NOVO HAMBURGO. **Tratamento de Esgoto**. 2013. Disponível em: <<http://www.comusa.rs.gov.br/index.php/saneamento/tratamentoesgoto>>. Acesso em: 02 out. 2017.

SABESP (Org.). **Uso Racional da água.** 2017. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=137>>. Acesso em: 23 ago. 2017.

SANASA (Org.). **SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL.** 2017. Disponível em: <http://www.sanasa.com.br/noticias/not_con3.asp?par_nrod=587&flag=PC-2>. Acesso em: 23 ago. 2017.

USEPA, Environmental Protection Agency (2012) – **Guidelines for Water Reuse**, EPA/600-R-12/618. Office of Wastewater Management, Washington. 643p. Disponível em: <<https://nepis.epa.gov/Adobe/PDF/P100FS7K.pdf>>. Acesso em: 02 março 2018.

VON SPERLING, Marcos. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias:** Introdução à qualidade das águas e aos tratamentos de esgotos. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, 2010. 452 p. (Volume 1). Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=1pxhLVxVFHoC&oi=fnd&pg=PA15&dq=nitrogenio+esgoto+domestico&ots=CixvC80H0n&sig=g06Gvgmnbd5e1e1YOQzYcpMStaE#v=onepage&q=nitrogenio esgoto domestico&f=false>>. Acesso em: 01 set. 2017.