

CONSTRUÇÃO DE FILTRO DE AREIA A PARTIR DE RESÍDUOS DE DEMOLIÇÃO E CONSTRUÇÃO.

João Pedro Leme de Souza, Luis Rodrigo Ferreira de Oliveira ¹

Prof. Me. Rafael Augusto Valentim da Cruz Magdalena ²

Universidade São Francisco

joãombt.aus@gmail.com

rodrigo.luis92@hotmail.com

¹Alunos do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista

²Professor Orientador, Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista.

Resumo.

A água é indispensável para a vida, mas não só é quando pensamos em bebe-la, pois, a água é responsável por tudo que engloba vida. A produção da maior parte de oxigênio que é respirado são nos oceanos, as algas marinhas produzem cerca de 54% do oxigênio, a água também é responsável por controlar a temperatura do clima mundial com as calotas polares esfriando o planeta, vale ressaltar que com o aquecimento global, elas estão derretendo e chegando a uma fase irreversível e sem as geleiras polares todos morrem queimados.

Levando em consideração a realidade nos dias de hoje, em que a escassez da água é vivida diariamente em algumas regiões do mundo, sobrevém então a necessidade de atenção voltada à busca por novos recursos onde se possa reutilizá-la da melhor maneira possível, visando o menor impacto ambiental e desperdício.

Outro fator que gera impactos ambientais no Brasil e no Mundo são os resíduos da construção civil, vemos que ainda não há uma reciclagem significativa desses resíduos, onde a maior parte deles ainda é desperdiçado e descartado incorretamente, buscando então fazer o uso deste material reciclado, e reutilizar a água, foi definida a construção de um filtro de água pluvial, construído a base de areia e brita, tendo esses materiais de procedência do processo de reciclagem dos resíduos de construção e demolição para a construção. os ensaios foram realizados alterando os valores de granulometria da brita, comparando os resultados com os parâmetros de qualidade para uso de água não potável, exigidos pela norma ABNT – NBR 16783/2019. os parâmetros escolhidos para teste foram o nível de turbidez e de pH da água.

Palavras-chave: Água; Resíduos de Construção Civil; Reciclagem, Filtro.

Abstract.

Water is essential for life, but it is not only when we think about drinking it because water is responsible for everything that encompasses life. The production of most of the oxygen we breathe is in the oceans, seaweed produce about 54% of the oxygen, the water is also leading by controlling the temperature of the world climate with the polar ice caps cooling the planet, it is noteworthy that with global warming , they are melting and reaching an irreversible stage and without the polar glaciers we will burn to death.

Taking into account the reality of today, in which water scarcity is experienced daily in some regions of the world, then there is a need for attention focused on the search for new resources where it can be used in the best possible way, aiming at lower environmental impact and wasteless.

Another factor that generates environmental impacts in Brazil and in the world is civil construction waste, we see that there is still no significant recycling of this waste, where most of it is still wasted and incorrectly disposed of, thus seeking to make use of this recycled material, and reusing water, we defined the construction of a rainwater filter, built on the basis of sand and gravel, with these materials coming from the process of recycling construction and demolition waste for construction. It is planned to carry out the tests by changing the gravel granulometry values, comparing the results with the quality parameters for the use of non-potable water, required by the ABNT standard - NBR 16783/2019. For the tests which will be carried out, the parameters chosen for testing were turbidity and water pH.

Keywords: *Water; Civil Construction Waste; Sustainability; Life.*

Introdução

O setor da construção civil no nosso país evoluiu muito com o passar do tempo, desde 1684 onde tiveram os primeiros registros até os dias atuais muita coisa mudou, e ainda tem muito por vir. E como a situação do nosso planeta, e de nosso meio ambiente, que sofre com a poluição, desmatamento, aquecimento global é crítica, às tecnologias de reaproveitamento e os métodos sustentáveis na construção civil estão em ascensão nos últimos anos.

Essas técnicas de construção sustentável preocupam-se com o antes, o durante e o depois da obra, reduzindo desperdícios nos canteiros, primando pelo uso de materiais recicláveis e ecologicamente corretos e garantindo a preservação dos recursos naturais, por meio de estratégias que economizem água e energia elétrica no dia a dia.

Como o setor que mais gera resíduos sólidos é o setor da construção civil, que é responsável por produzir 50% dos resíduos do país, foi pensado em nosso trabalho unir o útil ao agradável, desenvolvendo um filtro que ao mesmo tempo irá reaproveitar águas pluviais e utilizará areia e brita gerada a partir da reciclagem de resíduos da construção civil, reaproveitando assim os resíduos, que por muitas vezes são descartados incorretamente e geram muitos impactos ambientais.

Levantamento bibliográfico

Resíduos de demolição e construção

O setor da construção civil tem um importante papel no desenvolvimento do Brasil, devido a sua alta capacidade de gerar empregos sendo direta ou indiretamente, isso acaba gerando impactos em nosso país, tanto socialmente quanto economicamente, representando uma grande parcela do PIB brasileiro.

Como bem nos assegura SCREMIN (2007, p. 22), os impactos causados pelo setor da economia no país são inimagináveis, pois além de gerar empregos diretos com construções, também temos as atividades indiretas, geradas por exemplo pelas empresas que fornecem

matérias primas, transportam de materiais e insumos e fornecem outros serviços, ou seja, todas atividades e serviços ligados ao setor da construção civil.

A construção civil tem uma grande relevância no desenvolvimento econômico e social assim ele se torna um tema muito importante para a sociedade, porém traz consigo muitos impactos ambientais com a extração de matéria prima e com a geração de resíduos.

Por conta do desperdício e de sua grandeza, o setor da construção civil é um dos principais geradores de resíduos, que são providos de construções e demolições, esses resíduos se não descartados geram muitos impactos ambientais e sociais, por conta disso é muito importante se atentar e dar importância ao seu tratamento. Nos próximos tópicos apresentamos sobre os Resíduos de Construção e Demolição, sua definição e como podemos utilizá-los

O que é o RCD?

De acordo com a NBR 10004/04 os resíduos de demolição e construção se enquadram na classe II B – Resíduos Inertes, mais conhecidos como entulho, restos ou resíduos gerados em qualquer etapa de execução de obras da construção civil, podendo ser de novas construções, reparos, reformas, restaurações, e obras de infraestrutura.

A resolução CONAMA 307/2002, que determina os procedimentos para a gestão dos resíduos de construção civil, os define como:

“os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.” (CONAMA, 2002, P.1.)

Existem muitas classificações para os RCD, mas atualmente em nosso país seguimos a classificação descrita na resolução CONAMA 307/2002, em seu artigo 3º, conforme a quadro abaixo:

Quadro 01 – Classificação dos Resíduos conforme Resolução CONAMA nº 307/2002

Classificação	Definição
Classe A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) De construção, demolição, reformas e reparos de edificações; componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento), argamassa e concreto; b) De processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios) produzidos nos canteiros de obras; c) De construção, demolição, reformas e reparos pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de

	terraplenagem.
Classe B	São resíduos recicláveis para outras destinações tais como: plástico, papel/papelão, metais, vidros, madeiras, e outros.
Classe C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como produtos oriundos do gesso.
Classe D	São os resíduos perigosos, oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Fonte: (Adaptado de Resolução n. 307 do CONAMA, 2002).

Essa classificação demonstrada no quadro 01, auxilia o processo de reciclagem dos resíduos, pois cada um deles deve ser tratado de acordo com a sua caracterização, para que possam ser reutilizados ou descartados corretamente.

Como é gerado?

Os Resíduos da construção civil, como já abordado anteriormente, são gerados em obras, reformas, demolições, reparos, segundo SYMONDS (1999 *apud* SCREMIN, 2005, P. 28) eles têm origem:

- Em demolições totais ou parciais de edificações e/ou obras de infraestruturas civis;
- Durante o processo de construção de edificações e/ou obras de infraestrutura civis;
- Nos trabalhos de terraplenagem e fundações;
- Na construção e manutenção de estradas. (SYMONDS, 1999 *apud* SCREMIN, 2005, P. 28)

Desastres naturais como incêndios, desabamentos, desastres provocados pelo homem como bombardeios, falhas que ocorrem em construções devido a mão de obra desqualificada, são consideradas fontes de geração de RCD.

Reciclagem de RCD.

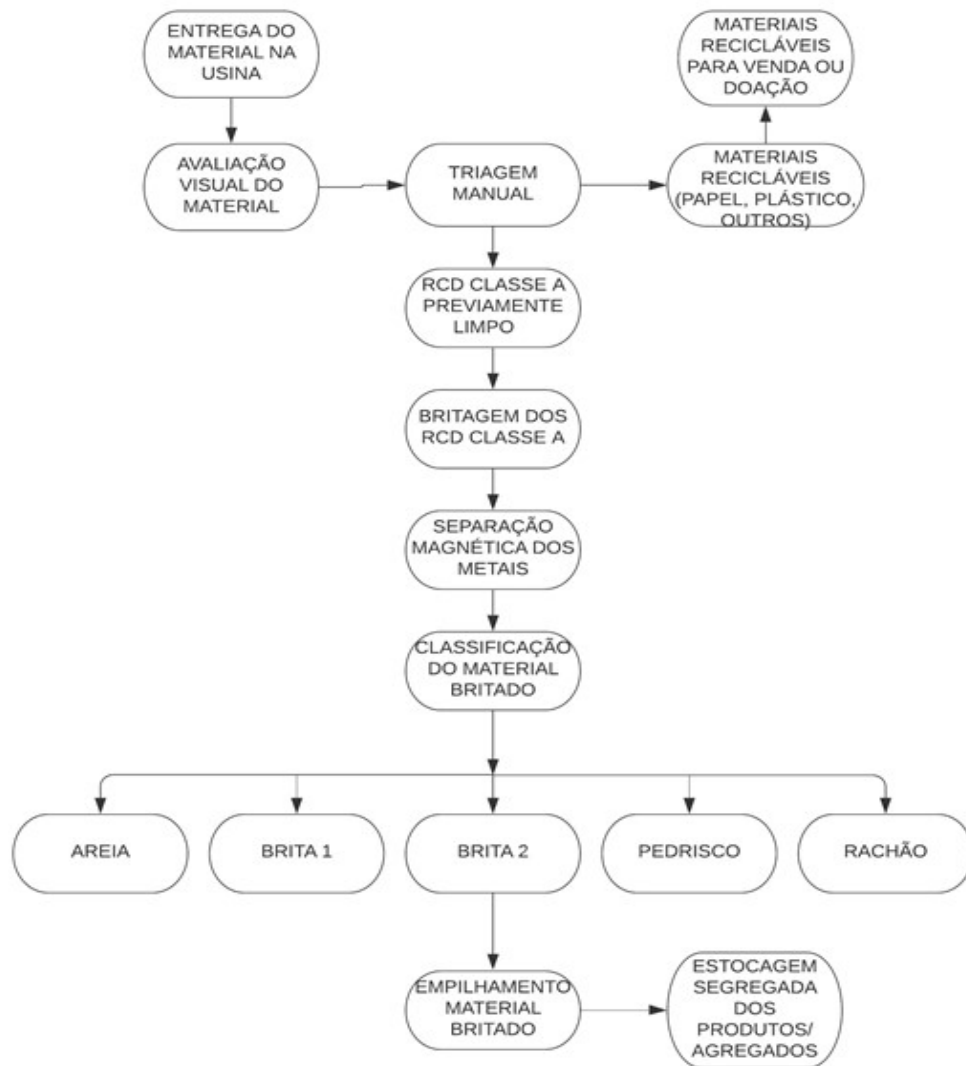
O surgimento da Reciclagem de resíduos de construção e demolição veio nos anos 80, na Europa, devido à falta de espaço para a disposição final dos mesmos, os anos se passaram, e a cada dia mais a reutilização dos RCD dentro do próprio setor da construção civil vem sendo utilizada, como uma matéria-prima alternativa. Os benefícios com a reciclagem de RCD são enormes, como diz MATOS, 2015:

“Além de redução da super exploração de jazidas minerais para extração de recursos naturais não renováveis, há também, a carência de locais para a deposição desses resíduos, fazendo com que as distâncias entre os locais de demolição e as áreas de disposição sejam cada vez maiores, onerando os custos de transporte. A reciclagem de RCD contribui também para a ampliação da vida útil dos aterros, especialmente em grandes cidades, em que a construção civil é intensa e há escassez de área para deposição” (MATOS, 2015)

Segundo a CONAMA, a definição de reciclagem é “é o processo de reaproveitamento de um resíduo após ter sido submetido à transformação” (CONAMA, 2002).

O processo de reciclagem possui várias etapas até a estocagem final, este processo pode ser melhor entendido através do fluxograma demonstrado na figura abaixo:

Figura 01: Fluxograma do processo de reciclagem de resíduos de construção e demolição



Fonte: (SEBRAE 2012 *apud* CHAVES 2015).

Brita proveniente de RCD.

A brita é um material que é utilizado em larga escala no setor da construção civil, além de ser um elemento para a produção do concreto, ela pode ser utilizada em obras de pavimentação.

Sua origem é dada a partir da explosão de rochas duras, como por exemplo, calcário e granito, e sua classificação pode ser feita através da granulometria desejada, para cada tamanho de brita existem destinações e usos diferentes, como bem diz SILVA *apud* MORAND:

“Os resíduos possuem características físicas variáveis, que dependem do seu processo gerador, podendo apresentar-se tanto em dimensões e geometrias já conhecidas dos materiais de construção (como a da areia e a da brita), como em formatos e dimensões irregulares” (SILVA 2014 *apud* MORAND, 2016)

Após a reciclagem, como já dito, as britas podem variar o seu tamanho, e uso recomendado desses agregados e sua nomenclatura são definidas a partir da sua granulometria, como mostra o quadro a abaixo:

Quadro 02: Características e aplicação dos agregados.

Produto	Características	Uso recomendado
Areia Reciclada	Material com dimensão máxima característica inferior a 4,8 mm, isento de impurezas, proveniente de reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Argamassas de assentamento de alvenaria de vedação, contrapisos, solo-cimento, blocos e tijolos de vedação.
Pedrisco reciclado	Material com dimensão máxima característica de 6,3 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Fabricação de artefatos de concreto, como blocos de vedação, pisos intertravados, manilhas de esgoto, entre outros.
Brita Reciclada	Material com dimensão máxima característica inferior a 39 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Fabricação de concretos não estruturais e obras de drenagens.

Bica Corrida	Material proveniente da reciclagem de resíduos da construção civil, livre de impurezas, com dimensão máxima característica de 63 mm (ou a critério do cliente).	Obras de base e sub-base de pavimentos, reforço e subleito de pavimentos, além de regularização de vias não pavimentadas, aterro e acerto topográfico de terrenos.
Rachão	Material com dimensão máxima característica inferior a 150 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Obras de pavimentação, drenagens e terraplenagem.

Fonte: (Adaptado de ABRECON, 2015)

Possíveis usos de RCD reciclado.

A indústria da construção civil apesar de gerar uma enorme quantidade de resíduos sólidos é uma das que tem um grande poder de conseguir absorver esses resíduos. Com a reciclagem, os resíduos de construção e demolição podem ser utilizados em inúmeros fins na construção como disse MATOS, 2015:

“camadas de base e sub-base para pavimentação, coberturas primárias de vias, fabricação de argamassas de assentamento e revestimento, fabricação de concretos, fabricação de pré-moldados (blocos, meio-fio, dentre outros), camadas drenantes, etc.” (MATOS, 2015)

Outros fins que podem ser utilizados o RCD reciclado são: blocos de concreto, calçamento de concreto, base de pavimentação, tubos para drenagem e o entulho após a moagem pode ser utilizado para a contenção de encostas.

Importância da água.

A água é muito importante para a vida humana, ela está presente na estrutura corporal dos seres humanos, no uso doméstico, no setor industrial, no setor alimentício e no setor agrícola, e abrange metade da área do planeta terra, sem ela seria impossível a existência de vida, por isso a importância de preservá-la.

Mesmo assim a maioria das pessoas não se preocupam com a preservação deste recurso, pois estão acostumadas com o excesso de água em suas regiões, porém, muitos países passam por problemas com a falta ou a má distribuição de água, já outros países que têm maior distribuição sofrem com a contaminação da água que é causada pelas indústrias e pela população, que descartam lixo de maneira incorreta em rios e lagos, também é possível ver mares contaminados, o que prejudica a vida de muitos animais que vivem ali, na maioria das vezes os peixes. No Brasil os Rios Madeira e Cuiabá, localizados na região Amazônica, foram contaminados por minérios originados do garimpo e dos agrotóxicos das lavouras, diante

disso é necessária uma maior conscientização do poder público para a população, em relação a importância da água para nós humanos.

Crise hídrica no Brasil

Crise hídrica é quando os níveis de água nos reservatórios estão abaixo do nível normal exigido para atender a população, em nosso país a crise se agravou em 2014, e o momento atual pode ser considerado como a pior crise hídrica da história.

O Brasil possui 1/5 das reservas hídricas do mundo, mas mesmo assim a falta de água é realidade em muitos lugares do país, e estudos indicam que acontecimentos como esse devem se repetir nos anos que estão por vir, além de tudo isso, a distribuição de água no Brasil não é justa, pois os lugares com mais reservas hídricas possuem menor densidade demográfica, como a região norte, já a região sudeste e nordeste foram as mais afetadas pela crise hídrica, já que é onde existe uma população mais volumosa, e não existem muitas reservas hídricas.

As principais causas da crise hídrica são o aumento do consumo de água, o desperdício e a diminuição do nível de chuvas.

E como consequência disso temos uma redução da oferta de alimentos, comprometimento no fornecimento de energia elétrica quando geradas por usinas hidrelétricas, diminuição da distribuição de água para a população e também causa impactos na economia.

As soluções adotadas para combater a crise hídrica podem ser a utilização de maneira racional da água, o reúso da água, reaproveitamento de águas pluviais, conservação de bacias, nascentes e rios, técnicas de irrigação mais eficientes e tratamento de água.

Benefícios da reutilização da água.

A alta demanda por água atualmente nos faz pensar diferente sobre seu uso e reúso.

A reutilização de água tratada como forma de abastecimento foi uma medida bastante acolhida pela sociedade e pelos governos nacionais e internacionais, essa reutilização além de trazer economia, proporciona melhorias sociais e ambientais para a população.

Existem muitas possibilidades de utilizar água de reúso e de chuva, entre elas, a irrigação paisagística e de campos de cultivo, usos industriais, recarga de aquíferos, usos urbanos não potáveis (por exemplo lava rápido), e usos diversos, que seriam construções, agricultura, controle de poeira, entre outros.

Quando são comparadas a outros métodos de abastecimento de água, o reúso da água e utilização de chuva requerem menos investimentos.

Outra vantagem da reutilização de águas residuais, é a confiança que se pode ter de que não vai faltar água, mesmo em tempos de seca, para as atividades agrícolas isso traz muito benefício, pois assim se pode contar com a continuidade do fornecimento de água no período de irrigação, diminuindo o risco de perdas.

A água pode ser reutilizada de forma direta ou indireta, a diferença entre elas é que a forma direta, ela é tratada e encaminhada para um fim específico de utilização podendo ser

uso industrial, agrícola ou para irrigação, já no reuso de forma indireta ela é descarregada no meio ambiente e é utilizada posteriormente de maneira não intencional e não controlada.

Águas cinza.

Águas cinzas, são as águas que já foram utilizadas em chuveiros, pias de banheiros, pias de cozinhas, tanques e máquinas de lavar roupa, e que podem ser utilizadas de novo para muitos fins não potáveis, isso acaba proporcionando economia e diversos benefícios para o meio ambiente.

Quando providas da pia da cozinha, em algumas literaturas são chamadas Águas cinza escura, pois nela é contida um percentual maior de gordura, já as águas providas de vasos sanitários, são chamadas de águas escuras.

As águas cinzas correspondem a 50% a 80% do esgoto de uma residência, assim podemos observar o potencial de economia com reuso dessa água, além da economia na conta de água, temos outras diversas vantagens ao reutilizar as águas cinzas, como por exemplo a conservação dos recursos hídricos, a minimização da poluição hídricas dos mananciais, alivia a demanda de tratamento de esgoto da rede, entre outras.

Existem formas complexas, e simples para o reuso das águas cinzas, em alguns casos é possível reutilizar a água mesmo sem tratamento, como por exemplo reutilizando água da máquina de lavar, banheira e até mesmo do chuveiro, com auxílio de mangueira, bacias e baldes, essa água pode ser utilizada para lavar pisos e carros por exemplo.

Agora pode-se também tratar essa água cinza com intenção de buscar mais higiene, porém deve ser feito um cálculo para avaliar a viabilidade econômica do sistema, pois muitas vezes não é compensável esse investimento, e é muito importante lembrar que mesmo tratada essa água não pode ser consumida por humanos, e deve ser utilizada somente para fins não potáveis. A ETAC (estação de tratamento de águas cinzas) deve ser independente do sistema hidráulico da residência, e deve ser identificada com cores diferentes da tubulação e torneira que fornece água potável. Também é possível tratar essa água a partir de uma técnica ecológica chamada "Círculo de Bananeiras", que consiste em fazer uma escavação chão na forma de uma bacia, que será preenchida com matéria orgânica de decomposição mais lenta, e ao seu redor são cultivadas plantas que necessitam de uma alta demanda por água, principalmente bananeiras.

Águas pluviais.

Tratamento de águas pluviais- águas de chuva normalmente carregam sujeiras pois passam por telhados e pisos, mas se forem captadas de forma que não passem por esses lugares, em áreas de acesso restrito, elas podem ser utilizadas para fins não potáveis, sem precisar passar por um tratamento mais complicado antes.

Um número significativo de cidades brasileiras já implantou leis buscando minimizar o impacto nos recursos hídricos. A norma NBR-15527, “Água de chuva” – Aproveitamento da água da chuva proveniente de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – instituída em setembro de 2007 pela Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT, (2007), nos traz a condições necessárias para o uso das águas pluviométricas, que são coletadas nos telhados das casa e barracões para o aproveitamento dessa água para fins não potáveis. Após ser coletada, a água é armazenada em tanques ou cisternas para assim receber o tratamento necessário se tornando apta para o uso.

Podemos observar o esquema de uma cisterna na figura a seguir:

Figura 03: Esquema da cisterna



Fonte: (TAGLIANI, 2020, *apud The Nature Blends*)

Como tratar água da chuva- Quando chove, apenas as primeiras águas carregam os poluentes, tempo depois, a água pode ser coletada em reservatórios, através de sistemas de reaproveitamento de água, esse tipo de utilização é indicado para o ambiente rural, chácaras, condomínios e indústrias, existem também estações menores que ocupam menos espaço e podem ser utilizadas para volumes baixos.

Formas de filtrar a água.

São dezenas as formas de filtrar a água e torná-la potável, o que é de muita importância ter o conhecimento de utilizar corretamente essas formas. Assim algumas formas simples que são consideradas eficazes e de fácil acesso são indicadas a seguir para garantir a qualidade microbiana da água.

1. Filtros e purificadores de água: Geralmente o filtro é a maneira mais simples e de fácil acesso, sendo indicado quando a água está apenas suja, mas não apresenta procedência a qual poderá ter alguma bactéria nociva. Os filtros são capazes de tirar sujeiras da água, terras e outros sedimentos. Porém o filtro não é tão eficaz quanto os purificadores que além do filtrante central, normalmente possui uma câmara de purificação equipada com tecnologias como bomba ou luzes ultravioletas que são capazes de eliminar as bactérias.

2. Desinfecção química: é uma maneira de grande eficácia na eliminação das bactérias da água assim tornando-a potável. As principais alternativas são: - Hipoclorito de sódio ou água sanitária. Sendo necessário apenas duas gotas (2,5%) em 1 litro de água, mexer bem e deixar agir de 15 a 30 minutos antes de beber. - Hidrosteril, é uma alternativa ao hipoclorito de sódio, e é usado da mesma maneira duas gotas/L. Este produto foi desenvolvido para retirar as bactérias da água e dos alimentos, sendo usadas nas cozinhas e pode ser encontrado em alguns supermercados. - Pastilhas, uma das mais encontradas são Clor-in ou Aquatabs, são práticas e fáceis de carregar e basta acrescentar um tablet em 1 litro de água e deixar agir por 15 a 30 minutos. - Iodo, pode ser encontrado em qualquer farmácia. Basta adicionar 2 gotas em 1 litro de água e esperar no mínimo 20 minutos. No entanto devemos tomar muito

cuidado, pois não é recomendado para pessoas com tireoide, que usem medicamentos à base de lítio e mulheres grávidas pois pode ser prejudicial. Os métodos citados acima são utilizados para matar bactérias tornando a água potável, porém não eliminam metais pesados como o chumbo e outros sedimentos, sendo necessário o uso também do filtro ou decantação. E deve ser usado apenas quando não houver um purificador.

3. Fervura é um método muito eficiente, para melhorar a eficácia recomenda-se filtrar a água pelo menos com um pano filtro antes para retirar as impurezas e ferver por 5 minutos.

4. O filtro de areia é uma técnica muito utilizada no mundo, como foi dito por JEFERSON (2000, *apud* MARTINS 2016, P.358) no Reino Unido a filtração em filtro de areia seguida por desinfecção é a técnica mais utilizada para tratamento de águas cinza residenciais por ser um sistema de fácil operação e quase não exigir manutenção e ter baixo custo podendo chegar até a zero para montá-lo se os materiais usados forem reciclados

5. Outros métodos: -Solar, expor a água dentro de uma garrafa pet transparente no sol por 6 horas, aconselha este processo quando a água não está suja. -Decantação, consiste em deixar a água parada por horas, quanto mais tempo melhor, assim a sujeira pesada se deposita no fundo.

Figura 04: Esquema Filtro de água caseiro com garrafa pet.



Fonte: (SUSTENTÁVEL)

Norma para reuso de água não potável em edificações.

A norma que fala sobre o uso de fontes alternativas de água não potável em edificações, define os potenciais usos dessa água, e os parâmetros de qualidade da mesma, é a ABNT – NBR 16783/2019, podemos ver essas definições e parâmetros no quadro e tabela a seguir:

Quadro 03: Potenciais usos para águas não potáveis em edificações.

a)	Descarga de bacias sanitárias e mictórios, independentemente do sistema de acionamento;
b)	Lavagem de logradouros, pátios, garagens e áreas externas;
c)	Lavagem de veículos;
d)	Irrigação para fins paisagísticos;
e)	Uso ornamental (fontes, chafarizes e lagos);
f)	Sistemas de resfriamento de água;
g)	Arrefecimento de telhados
<p>Nota: A irrigação paisagística para efeito de norma, é a pratica de irrigação com água não potável, de parques, jardins, campos de esporte e de lazer urbanos, ou áreas verdes de qualquer espécie, não estando inclusa a irrigação para fins agrícolas o/ou florestais.</p>	

Fonte: (Adaptado de ABNT – NBR 16783/2019)

Tabela 01: Parâmetros de qualidade para uso da água não potável.

Parâmetros	Limite
pH	6,0 a 9,00
E. Coli	\leq 200 NMP/100mL
Turbidez	\leq 5 NTU
DBO _{5,20}	\leq 20 mgO ₂ /L
CRL (cloro residual livre)	Mínimo 0,5 mg/L – Máximo de 5,0 mg/L Recomendável 0,5mg/L – Máximo de 2,0 mg/L
Sólidos dissolvidos totais (SDT) Ou Condutividade elétrica*	\leq 2000 mg/L Ou \leq 3200 μ S/cm
Carbono orgânico total (COT)**	< 4 mg/L
<p>* Os valores de condutividade apresentam correlação com os sólidos dissolvidos totais. Uma outra opção é realizar a análise dos sólidos dissolvidos totais.</p> <p>** Somente para água de rebaixamento de lençol freático.</p>	

Fonte: (Adaptado de ABNT – NBR 16783/2019)

Material e Métodos

O presente trabalho tem como finalidade produzir filtros de areia caseiros, utilizando como matéria prima agregados reciclados de resíduos da construção civil, serão construídos 4 filtros diferentes, alternando a granulometria dos agregados para cada filtro, após a produção dos filtros realizaremos ensaios em laboratório onde testaremos a qualidade da água filtrada para reuso, os parâmetros escolhidos para os testes foram o nível de turbidez e o pH da água.

Turbidez é a medição da resistência da água à passagem de luz, provocada pela presença de partículas flutuando na água, o valor máximo permitido de turbidez na água distribuída pela Sabesp para consumo é de 5,0 NTU, já o nível de PH da água, irá nos dizer se a água possui valores para ser considerada ácida, alcalina ou neutra, ele é medido em uma escala de 0 a 14, os valores aproximados a 0 são ácidos, a 14 são alcalinos e a 7 são neutros, a faixa recomendada de pH para a água distribuída pela Sabesp é de 6,0 até 9,5.

Aparelhos e equipamentos:

- a) Tesoura
- b) Peneiras granulométricas.
- c) Phmetro
- d) Turbidímetro

Materiais:

- a) Carvão em pó;
- b) 4 garrafas PET;
- c) Algodão
- d) Areia proveniente de RCD (até 4,8mm);
- e) Pedrisco proveniente de RCD (entre 4,8mm e 6,3mm);
- f) Brita proveniente de RCD (entre 6,3mm e 39,0mm);
- g) Bica corrida proveniente de RCD (entre 39,0mm e 63,00mm).

Figura 05: Peneiras granulométricas, carvão em pó, algodão e tesoura.



Fonte: (próprio autor, imagens obtidas a partir dos testes em laboratório)

Primeiramente, em uma fábrica de máquinas para trituração de resíduos sólidos da construção civil, coletamos amostras produzidas na hora para a realização dos ensaios, as amostras foram trituradas em uma maquete localizada na empresa.

Figura 06: Maquete para trituração e reciclagem de RCD.



Fonte: (próprio autor, imagens obtidas do processo de trituração de resíduos)

Já em laboratório, iniciamos a produção dos filtros. Com o auxílio da tesoura dividimos a garrafa pet em duas partes, deixando a parte do bico com 20cm, já a outra parte da garrafa foi encaixada no bico, servindo como um reservatório para água filtrada, como mostra a imagem baixo:

Figura 07: Garrafas cortadas.



Fonte: (próprio autor, imagens obtidas em laboratório)

Depois, com o auxílio da peneira granulométrica, dividimos os agregados de acordo com sua granulometria, definindo assim se o agregado é areia, pedrisco, brita ou bica corrida.

Figura 08: Agregados divididos de acordo com sua granulometria.



Fonte: (próprio autor, imagens obtidas em laboratório)

Após separar os agregados, iniciamos a montagem dos filtros, cada filtro possui quatro camadas, em todos eles as três primeiras camadas são as mesmas, sendo a primeira camada feita de algodão, a segunda camada de carvão em pó, e a terceira camada de areia proveniente de RCD.

A quarta camada é diferente em cada filtro construído, alternando a granulometria dos agregados, para o filtro 1 será utilizado o pedrisco proveniente de RCD, o filtro 2 utilizará a brita proveniente de RCD, e o filtro 3 a bica corrida proveniente de RCD.

Já no filtro 4 a quarta camada será dividida em três subcamadas, onde serão utilizados os 3 agregados com granulometrias diferentes, sendo a subcamada inferior de pedrisco proveniente de RCD, a intermediária de brita proveniente de RCD e a superior de bica corrida proveniente de RCD.

Figura 09: Filtros produzidos.



Fonte: (próprio autor, imagens obtidas em laboratório)

Com os filtros prontos, coletamos a água pluvial para os testes, a partir de uma poça de água gerada por uma calha. A água coletada pode ser vista na imagem a baixo

Figura 10: Água pluvial coletada.



Fonte: (próprio autor, imagens obtidas em laboratório)

Após isso, filtramos a água com impurezas, coletamos as amostras de água filtrada (Figura 11) e realizamos os testes do nível de turbidez e do nível de pH, tanto na água suja quanto na água filtrada, utilizando o Turbidímetro e o Phmetro, demonstrados nas figuras 12 e 13:

Figura 11: Amostras coletadas de água filtrada.



Fonte: (próprio autor, imagens obtidas em laboratório)

Figura 12: Turbidímetro.



Fonte: (próprio autor, imagens obtidas em laboratório)

Figura 13: Phmetro.



Fonte: (próprio autor, imagens obtidas em laboratório)

Resultados e Discussão

A partir dos ensaios realizados em laboratório obtivemos os seguintes resultados

Tabela 02: resultados do teste do nível de turbidez da água, (Unidade de turbidez nefelométrica – NTU)

Amostra	Nível de turbidez
Água suja	40,80 NTU
Filtro 1	17,19 NTU
Filtro 2	16,56 NTU
Filtro 3	7,65 NTU
Filtro 4	14,47 NTU

Fonte: (próprio autor, resultados obtidos a partir dos ensaios em laboratório)

Com base nos resultados e nos parâmetros de qualidade para uso de água não potável, descritos na NBR 16783/2019, obtivemos que os níveis de turbidez dos filtros não atingiram o resultado exigido pela norma, nos 4 filtros os números ficaram acima do máximo permitido que é 5,00 NTU, o filtro que obteve o resultado mais próximo do aceitável foi o filtro 3, produzido com a camada superior de bica corrida, com 7,65 NTU, porém a água filtrada obteve uma melhora considerável nos níveis de turbidez em relação a água suja, como mostra a tabela acima..

Tabela 03: resultados do teste do nível de pH da água.

Amostra	Nível de pH	Classificação do pH
Água suja	6,90	Neutro
Filtro 1	6,90	Neutro
Filtro 2	7,20	Neutro
Filtro 3	7,70	Neutro
Filtro 4	7,10	Neutro

Fonte: (próprio autor, resultados obtidos a partir dos ensaios em laboratório)

Já nos níveis de pH os resultados foram bons, nos 4 filtros o pH da água foi considerado neutro, provando que o RCC não reage quimicamente com a água, não alterando seu pH.

Conclusão

A construção civil tem um papel muito importante para o crescimento da população, com tudo, é um setor que gera muitos descartes desnecessários para o meio ambiente, outro problema que assombra muitas pessoas no mundo todo é a falta de água, esses problemas tendem a se agravar mais ainda com o passar do tempo.

A escolha de nosso estudo teve como princípio unir o útil ao agradável, desenvolvendo um filtro de água utilizando agregados gerados a partir da reciclagem dos resíduos da construção civil, provando assim que é os resíduos podem sim gerar resultados positivos mesmo após passar por um processo de modificação.

De acordo com os resultados obtidos nos ensaios de laboratório foi possível observar bom desempenho do agregado proveniente de RCD (Resíduos de construção e demolição) aplicado no filtro de água, pois foi possível ver uma melhora evidente nos níveis de turbidez da água e os níveis de pH não foram alterados pelo filtro.

Agradecimentos

Agradecemos primeiramente a Deus, Ao Orientador Rafael Augusto Magdalena que nos auxiliou muito durante todo o ano com nossa pesquisa e testes em laboratório. Um agradecimento a Universidade São Francisco por disponibilizar o laboratório, equipamentos e técnicos responsáveis para acompanhar todo o processo. À empresa Maquinas Faria por fornecer as amostras de agregados provenientes da reciclagem de RCD. A Professora Cândida Maria que nos ajudou com a montagem da monografia e artigo. E por fim a todos familiares, amigos, e conhecidos que nos ajudaram e torceram por nós durante toda formação acadêmica.

Referências Bibliográficas

ABRECON, **MERCADO**. Disponível em: <<https://abrecon.org.br/entulho/mercado/>> acesso em 19 de junho de 2021

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. **Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil**. Brasília, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-69132015000200178&lng=en&nrm=iso&tlng=pt#B4> acesso em 27 março 2021.

CHAVES, A. C. Z. **Viabilidade econômica de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil em Araçatuba-SP**. Curitiba, 2015. 77f. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/69498215-Ana-carolina-zenelato-chaves-viabilidade-economica-de-uma-usina-de-reciclagem-de-residuos-da-construcao-civil-em-aracatuba-sp.html>> Acesso em: 21 jun. 2021.

MARTINS, M.V.L. e JUNIOR, R.M. **REVISTA BRASILEIRA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS**, Itajubá, 2016. Trabalho para a conclusão de curso da Universidade Federal de Itajubá- UNIFEI (MG), disponível em: <[file:///C:/Users/Jo%C3%A3o%20Pedro/Downloads/48130-185195-1-PB%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Jo%C3%A3o%20Pedro/Downloads/48130-185195-1-PB%20(2).pdf)> acesso em 20 mar. 2021.

MORAND, F. G. **Estudo das Principais Aplicações dos Resíduos de Obra como Materiais de Construção**. Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2016, disponível em:

<<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10017420.pdf>> Acesso em 01 abril 2021.

NBR 10004/04, **CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**, 31 de maio de 2004. Disponível em <<https://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>> Acesso em 10 de junho de 2021.

NBR 16783/19. **Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações**, 19 de novembro de 2019. Disponível em < <https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/45052/nbr16783-uso-de-fontes-alternativas-de-agua-nao-potavel-em-edificacoes>> Acesso em 15 de setembro de 2021.

Resolução CONAMA, **GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL** – Tratamento nº 307, de 5 de julho de 2002. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2002_Res_CONAMA_307.pdf> Acesso em: 15 de abril 2020.

SCREMIN, L. B. – **Desenvolvimento de um sistema de apoio ao gerenciamento de resíduos de construção e demolição para municípios de pequeno porte**. 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/89805>> acesso em 10 de junho de 2021

SUSTENTÁVEL, **Filtro de água caseiro: vantagens e como fazer**. Disponível em: <<https://sustentavel.com.br/filtro-de-agua-caseiro/>> acesso em 22 de junho de 2021

TAGLIANI, S. **Saiba por que vale a pena investir em um sistema de cisterna de água**, 02 de dezembro de 2020, disponível em: <<https://engenharia360.com/tipos-de-cisterna-para-casas-e-edificios/>> acesso em 22 de junho de 2021.