

## USO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL COMO AGREGADOS DRENANTES EM TRINCHEIRAS DE INFILTRAÇÃO

### **Matheus Martins Rocha** <sup>(1)</sup>

Estudante do curso de Engenharia Civil na Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Pesquisador no Programa de Iniciação Científica Voluntária (PICV).

### **Carlos Henrique Rocha dos Santos** <sup>(2)</sup>

Estudante do curso de Engenharia Civil na Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Pesquisador no Programa de Iniciação Científica Voluntária (PICV).

### **Geraldo Tadeu Rezende Silveira** <sup>(3)</sup>

Doutor em Engenharia de Recursos Hídricos e Professor da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Rua Quatro, número 35 apto 103– Bairro Arvoredo – Contagem – Minas Gerais – CEP 32113-290 – Brasil – Tel: +55 (31) 97115-7914 – email: mmartinsrocha@gmail.com.

### **RESUMO**

A alta geração de resíduos da construção civil (RCC) é um grande desafio na atualidade. O gerenciamento e o descarte indevido dos entulhos causam significativa poluição visual e contribuem para a obstrução do escoamento das águas pluviais, potencializando inundações e enchentes nas cidades, além de outros impactos. Portanto, novas técnicas e tecnologias tem sido objeto de estudos a fim de minimizar os impactos causados pelo manejo ineficiente destes resíduos. Uma possibilidade é sua utilização na drenagem de águas pluviais urbanas, em trincheiras de infiltração. Este é o objetivo desta pesquisa, ou seja, o de definir quais avaliações técnicas devem ser realizadas para viabilizar a utilização dos resíduos de construção civil como material drenante em trincheiras de infiltração. Para tanto, foram realizadas pesquisas sobre quais características são necessárias ao material drenante nas trincheiras, avaliando os componentes do entulho a partir destes requisitos. Concluiu-se que somente os componentes dos entulhos da Classe A apresentam possibilidades técnicas de emprego, impondo, portanto, a segregação destes componentes no momento da geração. Como, mesmo assim, estes componentes Classe A são bastante heterogêneos, é necessária a realização de uma avaliação integrada de parâmetros, no mínimo, da granulometria, porosidade, permeabilidade, índice de degradação e reatividade cimentícia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos da Construção Civil; Drenagem de Águas Pluviais; Trincheiras de Infiltração.

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1. DEFINIÇÕES E CONCEITO**

A NBR 10004/2004 define resíduo sólido como sendo resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Além disso, a NBR 10004 inclui nesta definição os lodos gerados do sistema de tratamento de água, bem como determinados líquidos com características que tornem o seu lançamento inviável na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou necessitem de investimentos que tornem técnica e economicamente inviáveis realizar o lançamento na rede pública.

A norma brasileira em questão classifica os resíduos sólidos de acordo com o seu potencial dano ao meio ambiente. A saber:

- Classe I - perigosos: resíduos que, em função de suas características físicas, químicas ou infectocontagiosas, apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente;
- Classe II A – resíduo não perigoso e não inerte: resíduos se enquadram nas classes I ou de classe II B. Os resíduos de classe II A podem ter propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.
- Classe II B: são resíduos que em contato com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme os procedimentos para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos da NBR

10006/2004, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Dentre os resíduos sólidos urbanos, destaca-se o volume que é produzido pela indústria da construção civil. Dias (2014) define-os como sobras de materiais provenientes de obras de construção, das reformas e de demolições e afirma que esta indústria é responsável por produzir grande parte dos resíduos no Brasil.

Segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), os Resíduos de construção Civil (RCC) são aqueles resíduos gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluído os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis. Comumente conhecidos como entulhos, pode – se citar: 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.

A resolução nº307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), classifica os RCC's em 4 classes, sendo:

- Classe A: são resíduos com potencial para serem reciclados/reutilizados como agregados em outros produtos. Por exemplo, os RCC's oriundos de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem, de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto produzidas nos canteiros de obras;
- Classe B: são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso;
- Classe C: são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;
- Classe D: são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

## **1.2.PRODUÇÃO DO RCC**

A indústria da construção civil é uma das mais importantes atividades econômicas e sociais brasileiras, a qual é responsável tanto pela modificação da paisagem quanto pela geração de resíduos. Dias (2014) destaca o grande impacto dos RCC no montante de resíduos produzidos ao afirmar que a construção civil é responsável por até 50% dos resíduos gerados no Brasil.

No que se refere especificamente à coleta de RCC's, em 2019 os serviços de limpeza dos municípios coletaram em torno de 124 mil toneladas desse tipo de resíduo por dia, o que corresponde a cerca de 45 milhões de toneladas por ano (ABRELPE, 2020). Montante esse que representa aproximadamente 57% de todo o resíduo coletado no Brasil em 2019. Entretanto esses números podem ser maiores, uma vez que os dados se referem à quantidade coletada pelos municípios, sabendo que os números aqui apresentados refletem, em sua maioria, apenas aquilo que foi abandonado em vias e logradouros públicos.

## **1.3.PROBLEMAS ASSOCIADOS AO RCC**

Tendo em vista esta alta produção de resíduos, a preocupação e desenvolvimento de novas medidas para a disposição final do mesmo vem se tornando cada vez maior, uma vez que se disposto em locais inapropriados, o RCC pode acarretar diversos problemas relacionados ao saneamento das áreas urbanas.

Jacobi & Besen (2011), descreve os impactos socioambientais associados à gestão e a disposição inadequada dos RCC's que podem ser degradação do solo, comprometimento dos corpos d'água e mananciais,

intensificação de enchentes, contribuição para a poluição do ar e proliferação de vetores de importância sanitária nos centros urbanos e catação em condições insalubres nas ruas e nas áreas de disposição final.

Oliveira (2008) ressalta que os resíduos de construção e de demolição possuem algumas características ímpar, por serem produzidos em um setor com diversas técnicas e metodologias de produção, na qual o controle de qualidade é relativamente recente. Dessa forma, a qualidade e quantidade dos resíduos produzidos variam de acordo com o grau de desenvolvimento da indústria local.

A deposição inadequada do RCC pode gerar diversos problemas, dentre eles temos:

- Comprometimento da paisagem local (Poluição Visual);
- Obstrução do tráfego de pedestres e veículos;
- Assoreamento de rios, lagos e córregos;
- Entupimento das redes de drenagens urbanas, contribuindo assim para as enchentes;

Além destes problemas, a disposição inadequada do RCC (Figura 1) favorece o aparecimento de roedores, insetos peçonhentos e insetos transmissores de doenças nos grandes centros urbanos e com isso a saúde da população acaba sendo colocada em risco.



**Figura 1: Exemplo de Descarte Irregular de RCC em Vias Públicas (MAIA&GAIA, 2012)**

Do ponto de vista financeiro, a má disposição do RCC em áreas públicas gera custos consideráveis para as autoridades responsáveis, uma vez que medidas corretivas como o desassoreamento dos rios, a limpeza de ruas e terrenos públicos (Figura 2) devem ser realizadas, visando assim minimizar possíveis problemas posteriores.



**Figura 2: Remoção de entulho com maquinário pesado (CARNEIRO *et al*, 2001)**

## **2. OBJETIVOS**

Estudar as trincheiras de infiltração e analisar a viabilidade técnica do uso de Resíduos de Construção Civil Classe A na composição de camadas drenantes em uma trincheira de infiltração.

## **3. METODOLOGIA**

Para o desenvolvimento do presente trabalho adotou-se como metodologia o estudo do assunto a partir de publicações acadêmicas. Além disso, utilizou-se como embasamento teórico diversos autores de livros e revistas. A partir desse referencial, definiu-se quais seriam os pontos mais interessantes de serem estudados e analisados. Tais pontos estão apresentados nos subtópicos listados abaixo.

## **4. RESULTADOS**

### **4.1. DEFINIÇÃO DO MÉTODO COMPENSATÓRIO A SER ANALISADO**

A partir do estudo dos métodos compensatórios existentes para drenagem urbana pretendia-se utilizar como objeto de estudo uma solução que minimizaria os problemas relacionados a infraestrutura de drenagem urbana nas grandes cidades e que também pudesse dar uma nova destinação final para o resíduo da construção civil. Desta maneira, optou-se por adotar como técnica compensatória a construção de trincheiras de infiltração.

Batista (2011) define trincheira de infiltração como uma técnica compensatória linear na qual o comprimento se sobressai à largura e à profundidade. Esta tem a finalidade de recolher parte das águas pluviais que escoam perpendicularmente a seu comprimento, contribuindo com a recarga do lençol freático através da infiltração e com a redução dos volumes escoados superficialmente. Por ser uma técnica que se integra no ambiente onde é inserida, pode ser empregada em canteiros centrais e passeios, jardins, estacionamento e em áreas verdes em geral.

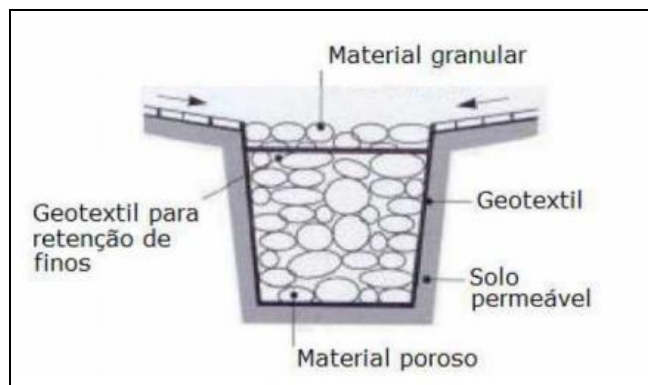
Esta técnica compensatória é construída utilizando materiais material granular com granulometria adequada, de modo que a água percole sem carrear partículas finas. Baptista (2011), recomenda a adotar no projeto das trincheiras de infiltração mantas geotêxtis a fim de evitar a colmatagem da estrutura devido ao acúmulo de partículas finas. Além de aumentar o tempo de via útil da trincheira, minimiza os riscos de poluição das águas subterrâneas.

Grande característica das trincheiras é a facilidade de construção em razão da semelhança com os sistemas de drenagem tradicional, o que, segundo Baptista (2011), representa um ganho tecnológico devido a ampla possibilidade de utilização de matérias locais. Entretanto, é necessário realizar o que o autor chama de análise de viabilidade, na qual é verificado: condutividade hidráulica, características geológicas – geotécnicas relacionadas a infiltração, nível freático do local de aplicação da técnica etc.

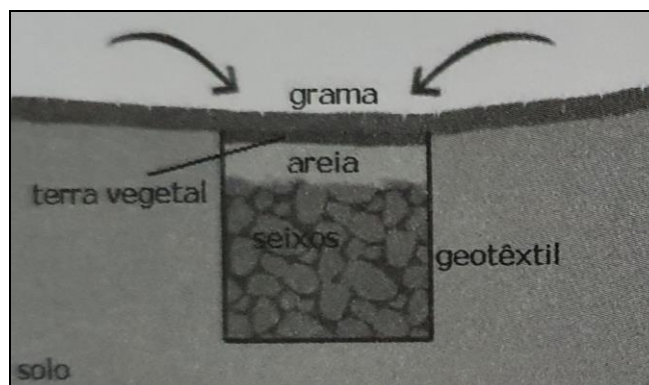
### **4.2. ELEMENTOS CONSTITUINTES DAS TRINCHEIRAS INFILTRAÇÃO**

As trincheiras de infiltração são compostas por matérias granulares, como pedra de mão, seixos ou brita. Além disso, é recomendado a adoção de uma manta permeável, geralmente geotêxtil, para evitar que partículas finas sejam carregadas para o interior da trincheira vindo a colmatar a estrutura. Baptista (2011), afirma que o uso da manta geotêxtil nas trincheiras de infiltração é fator fundamental na redução dos riscos de poluição do lençol freático, visto que parte dos sedimentos carregados pelas águas pluviais ficaram retidos na manta geotêxtil.

Na Figura 3 é apresentado um desenho esquemático de uma trincheira de infiltração sem cobertura e na Figura 4 uma trincheira com cobertura.



**Figura 3: Trincheira de infiltração sem cobertura superficial (PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO VINHEDO, 2012)**



**Figura 4: Trincheira de infiltração com cobertura superficial (BAPTISTA, 2011)**

Segundo Baptista (2011), os equipamentos e materiais normalmente associados as trincheiras são:

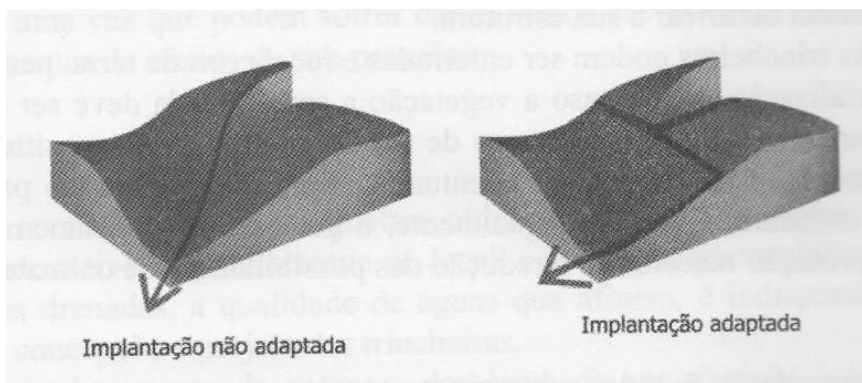
- Material com porosidade superior a 30% a fim de garantir o armazenamento das águas recolhidas;
- Em trincheiras cobertas normalmente é utilizado ladrilhos ou blocos porosos, pedra de mão, grama, pavimentos drenantes etc. com ou sem uma camada de areia e um geotêxtil sob a cobertura para filtrar poluentes e partículas finas no caso de trincheiras cobertas;
- Dispositivos de proteção e de depuração, como grades com cesto para coleta de material grosseiro e filtro para retenção de finos;
- Sistemas anti-raízes em locais próximos a árvores (pode ser um geotêxtil mais resistente);
- Poço de observação.

### 4.3.CONDICONANTES DE PROJETO

Antes da implantação das trincheiras de infiltração algumas condicionantes devem ser levadas em consideração e analisadas com cautela, pois o dimensionamento destas trincheiras levará em consideração estes parâmetros.

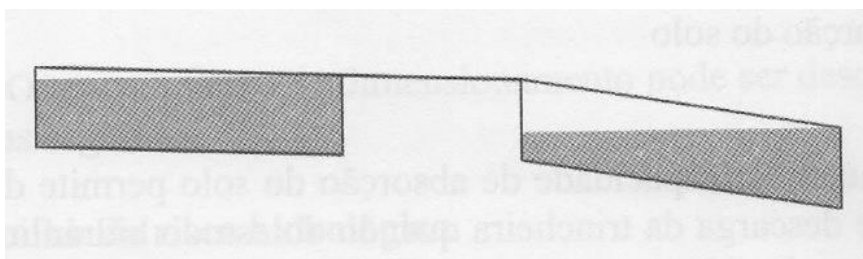
#### 4.3.1. POSIÇÃO EM RELAÇÃO A TOPOGRAFIA

Segundo Baptista (2011), a primeira condicionante que deve ser analisada diz respeito a topografia da área onde se pretende instalar as trincheiras, uma vez que a inclinação do terreno intervém diretamente no sentido do escoamento da água sobre a superfície. Devido a este fator, as trincheiras devem ser preferencialmente instaladas perpendicularmente ao escoamento e paralelas as curvas de nível, conforme apresentado na figura 8.



**Figura 5: Implantação ideal de trincheiras quanto à topografia (BAPTISTA, 2011)**

É importante ressaltar que esta mesma inclinação do terreno influencia diretamente na capacidade e volume de drenagem que tal trincheira suporta. Sendo assim, deve-se evitar implantar trincheiras com grandes declividades, pois neste caso há uma redução considerável no volume útil das mesmas, conforme mostra a figura 9. Usualmente, adota-se uma inclinação de no máximo 5 %.



**Figura 6: Volume útil de drenagem para diferentes declividades (BAPTISTA, 2011)**

#### **4.3.2. OCUPAÇÃO DE ESPAÇOS ADJACENTES**

As trincheiras de infiltração possibilitam a percolação das águas superficiais até o lençol freático. Sendo assim, podemos dizer que elas são responsáveis por certa parte da realimentação dos mesmos e pelo desenvolvimento da vegetação nas imediações. Porém segundo Baptista (2011), é necessário evitar a implantação de trincheiras em locais com a presença de solos sem cobertura vegetal e/ou com altos índices de erosão, pois ambos os fatores podem possibilitar a ocorrência da colmatação, prejudicando assim a capacidade de drenagem das trincheiras. Para evitar a ocorrência deste fenômeno, pode-se utilizar mantas geotêxtil ou geomembranas nas paredes da trincheira, que serão responsáveis também pela proteção das propriedades mecânicas dos materiais utilizados. Vale ressaltar que o excesso de cobertura vegetal também pode danificar a estrutura, uma vez que pode existir a presença de grandes raízes.

#### **4.3.3. POSIÇÃO EM RELAÇÃO AS REDES SUBTERRÂNEAS**

Durante a realização dos estudos prévios, a presença de redes subterrâneas já existentes deve ser considerada, pois o projeto da trincheira deverá ser adequado conforme a localização destas redes, uma vez que as redes já existentes não serão readaptadas ou reimplantadas.

#### **4.3.4. CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DO SOLO**

Através do conhecimento da capacidade de absorção do solo é possível determinar as características quantitativas da trincheira que se pretende implantar. Para determinar esta capacidade de absorção é necessário conhecer características físicas e químicas em função do solo que será utilizado como agregado, obtidas através de ensaios geotécnicos. Todas estas características são fundamentais para a realização do dimensionamento hidráulico da trincheira.

#### **4.3.5. HIDROGEOLOGIA**

Segundo Baptista (2011), outra informação que deve ser levada em consideração quando se pretende implantar as trincheiras de infiltração são os dados hidrogeológicos, pois a partir destes dados que são obtidas as flutuações sazonais dos lençóis freáticos, ou seja, a variação de nível ao longo do ano. Esta informação é de extrema importância, uma vez que o funcionamento hidráulico e a capacidade de retenção de poluentes da trincheira dependem deste nível freático. Deste modo, é aconselhável evitar a implantação de trincheiras onde o nível máximo do lençol freático está a menos de um metro da superfície.

#### **4.3.6. HIDROLOGIA**

Outra condicionante extremamente importante e indispensável quando se diz respeito a implantação das trincheiras de infiltração são os conhecimentos hidrológicos da área em questão. Todo o estudo hidráulico levará em consideração alguns parâmetros, como a vazão de saída máxima admissível, a pluviometria do local, a qualidade das águas e a taxa de impermeabilização das superfícies drenadas.

### **4.4. PARÂMETROS TÉCNICOS A SEREM AVALIADOS**

Por fim, após realizar todo o estudo obteve-se como resultado final todas as características necessárias para que os resíduos da construção civil possam ser utilizados na camada drenante das trincheiras de infiltração. São elas: granulometria, porosidade, índice de degradação e reatividade cimentícia.

#### **4.4.1. GRANULOMETRIA**

Para que a trincheira seja dimensionada da maneira correta, deve-se conhecer a granulometria dos agregados que serão utilizados na mesma. Estes agregados devem possuir características mínimas para que a segurança e eficiência de drenagem seja satisfeita, uma delas diz respeito a granulometria.

Esta granulometria deve ser tal que:

- 1- As partículas menores se acomodem entre as partículas maiores, sendo assim o material sólido ficará retido e a água irá percolar com facilidade;
- 2- Os vazios entre os grãos devem ser menores que o tamanho dos agregados, evitando assim que o material seja carregado;
- 3- Os vazios devem ser grandes o suficiente para que a água percole facilmente, sem gerar pressões internas e possíveis transbordamentos.

Com relação a dimensão dos grãos dos agregados, pode-se dizer que eles variam de acordo com a vazão e o volume de água que se pretende drenar, conforme apresentando no dimensionamento hidráulico.

Segundo Peiter & Poletto (2012), os diâmetros dos agregados podem variar entre 5/10 mm, 10/20 mm, 15/25mm e 50/100 mm, dependendo das dimensões da trincheira e das características hidráulicas pretendidas. Vale ressaltar que para cada granulometria descrita acima, a capacidade de drenagem vai variar significativamente.

#### **4.4.2. POROSIDADE**

Segundo Silva (2007), as trincheiras de infiltração devem ser preenchidas com materiais granulares que possuem porosidade próximas de 35%, uma vez que o mesmo deve permitir a fácil percolação da água até o lençol freático. Já segundo Baptista (2011), as trincheiras de infiltração devem ser preenchidas com material granular com porosidade variável entre 30% a 90%, dependendo das dimensões e volume de água que se pretende drenar.

#### **4.4.3. PERMEABILIDADE**

A permeabilidade de determinado material está relacionada à facilidade/dificuldade de escoamento de um líquido através de determinado material. O conhecimento desta propriedade é de extrema importância em problemas de drenagem e rebaixamento do nível d'água. Dessa forma, Segundo Silva (2007), a condutividade hidráulica do material drenante deve fornecer tempo suficiente para que os poluentes sejam filtrados.

#### **4.4.4. ÍNDICE DE DEGRADAÇÃO**

Segundo Silva (2007), as trincheiras de infiltração devem ser preenchidas com materiais granulares que possuem porosidade próximas de 35%, uma vez que o mesmo deve permitir a fácil percolação da água até o lençol freático. Já segundo Baptista (2011), as trincheiras de infiltração devem ser preenchidas com material granular com porosidade variável entre 30% a 90%, dependendo das dimensões e volume de água que se pretende drenar.

#### **4.4.5. REATIVIDADE CIMENTÍCIA**

Tendo em vista a natureza da matéria prima do agregado e de sua futura utilização como material drenante, é importante que esses agregados sejam isentos de partículas reativas de cimento. Dessa forma, a vida útil da trincheira será ampliada e problemas de cimentação dos materiais drenantes serão evitados.

#### **4.4.6. ANÁLISE INTEGRADA DOS PARÂMETROS**

A granulometria do material drenante influenciará na capacidade da trincheira de infiltração em amortecer as águas pluviais, uma vez que, se o material presente na superfície de infiltração possuir uma estrutura granular na qual as partículas finas ocupam os espaços entre as partículas grossas de forma que ocorra uma impermeabilização parcial da superfície, promovida pela compactação natural da camada, o fluxo das águas para dentro da trincheira será comprometido visto que quanto maior for o grau de adesão entre os grãos menor será a taxa de infiltração no dispositivo.

Além disso, a propriedade hidráulica de permeabilidade do material drenante é alterada com variação da sua granulometria. Essas duas propriedades estão relacionadas por meio da porosidade, pois quanto mais poroso for a camada do material drenante maior será o percentual de vazios (água + ar) naquela camada, visto que a porosidade é a razão entre o volume de vazios e o volume de sólidos de uma determinada camada de um material. De acordo com Viana, constatações experimentais mostraram que a permeabilidade é proporcional à porosidade.

Concomitantemente aos parâmetros citados acima, a eficiência de uma trincheira depende da capacidade do agregado em se manter íntegro frente as ações naturais e/ou mecânicas de compactação, evitando assim fenômenos indesejados como a colmatação, que diz respeito a deposição de partículas sólidas nos vazios do meio poroso.

Somado a isso, é desejado que o material drenante não possua características que indiquem a presença de reatividade entre o cimento e água, visto que essa interação pode gerar uma nova solidificação do material ocasionando uma perda considerável na sua permeabilidade e eficiência de drenagem.

### **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com base em toda a pesquisa e análises realizadas, pode-se concluir que a adoção do resíduo da construção civil como agregado nas trincheiras de infiltração é uma solução bastante interessante e eficiente do ponto de vista ecológico e sustentável.

Por outro lado, vale ressaltar que nem todos os componentes dos RCC's podem ser utilizados em trincheiras de infiltração. Somente os componentes da Classe A atendem aos critérios requeridos a um material drenante em trincheiras. Esta constatação faz com que a segregação na origem deste material dos demais componentes dos entulhos seja imprescindível.



Entretanto, este estudo concluiu que mesmo os componentes da Classe A dos entulhos são heterogêneos o que impõe a necessidade de uma avaliação integrada das características de granulometria, porosidade, permeabilidade, índice de degradação e reatividade cimentícia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018 – 2019. São Paulo: ABRELPE, 2020.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004: Resíduos sólidos –Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 77 p.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.006: Procedimentos para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 7 p.
4. BAPTISTA, Márcio Benedito; NASCIMENTO, N. D. O; BARRAUD, Sylvie. Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana. 2. ed. Porto Alegre: ABRH, 2011. p. 205-231.
5. CARNEIRO, Alex et al. Reciclagem de Entulho para Produção de Materias de Construção: Projeto Entulho Bom. Salvador: UFBA, 2001. 316 p. ISBN 85-232-0226-9.
6. DIAS, Monica. Viabilidade do uso de solo tropical e resíduo de construção civil em sistemas de cobertura de aterro sanitário. Orientador: Lilian Ribeiro Rezende. 2014. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás (UFG), 2014. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/4557>. Acesso em: 26 nov. 2020.
7. JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. Estud. av. , São Paulo, v. 25, n. 71, pág. 135-158, abril de 2011. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142011000100010&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142011000100010&lng=en&nrm=iso)>. acesso em 02 de março de 2021. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142011000100010>.
8. MAIA, M. E., GAIA, A. Impactos ambientais causados pelos resíduos de construção civil no município de Belém-Pa. 2012. 58 p. Trabalho de conclusão de curso (graduação em engenharia civil). Universidade da Amazônia. Belém-Pa. 2012.
9. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA. Disponível em: [https://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/\\_arquivos/36\\_09102008030504.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_09102008030504.pdf). Acesso em: 6 out. 2019.
10. OLIVEIRA, Daniele. Desenvolvimento de ferramenta para apoio à gestão de resíduos de construção e demolição com uso de geoprocessamento: Caso Bauru - SP. Orientador: Bernardo Teixeira. 2008. 121 p. Dissertação (Mestrado) - Pós Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/4240>. Acesso em: 30 set. 2020.
11. PEITER, T.V.; POLETO, C. Estudos dos efeitos de trincheiras de infiltração sobre o escoamento superficial. Revista Brasileira de estudos ambientais, v. 14, n.2, p.57-67, 2012. Disponível em: <<https://goo.gl/XSLn14>>. Acesso em 01 jan. 2021
12. SILVA, J. P. D. Estudos Preliminares para Implantação de Trincheiras de Infiltração. Brasília, v. 1, n. 1, p. 15-26, mar./2007. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/2655?mode=full>>. Acesso em: 13 out. 2019.