

**FACULDADE DE ENGENHARIA DE MINAS GERAIS**  
**Programa de Pesquisa, Produção e Divulgação Científica**

FÁBIO ROCHA MIRANDA  
FELIPE SAMPAIO GUIMARÃES  
JOSÉ GUSTAVO DE REZENDE

**SISTEMA DE CONTENÇÃO CONCRETE CANVAS: Um estudo de**  
caso

**BELO HORIZONTE - MG**  
**DEZEMBRO/ 2021**

FÁBIO ROCHA MIRANDA  
FELIPE SAMPAIO GUIMARÃES  
JOSÉ GUSTAVO DE REZENDE

**SISTEMA DE CONTENÇÃO CONCRETE CANVAS: Um estudo de  
caso**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado à Faculdade de Engenharia de Minas Gerais (FEAMIG), como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Contenção.

Orientador de conteúdo: Prof. Prof. Diego de Jesus Queiroz Rosa

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Raquel Ferreira de Souza.

**BELO HORIZONTE - MG  
DEZEMBRO/ 2021**



FEAMIG  
Instituto Educacional "Cândida de Souza"

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **SISTEMA DE CONTENÇÃO CONCRETE CANVAS: UM ESTUDO DE CASO**, de autoria dos alunos Fábio Rocha Miranda, Felipe Sampaio Guimarães e José Gustavo de Rezende, isento de banca examinadora, em função de publicação de artigo científico nos **Cadernos de Comunicações Universitárias**, do 5º SEAG – Simpósio de Engenharia, Arquitetura e Gestão, ISSN 2675-1879.

Belo Horizonte, 09 de novembro de 2021.

Profa. Ms. Raquel Ferreira de Souza

Coordenadora do Programa de Pesquisa, Produção e Divulgação Científica  
PPDC/FEAMIG

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus que me deu forças para concluir este projeto de forma satisfatória. Dedico esta pesquisa a minha companheira Leila Fernanda e minha filha de coração Maria Fernanda, que sempre estiveram por perto e não mediram esforços para me apoiar nesta etapa da vida, que me apoia ontem, hoje e sempre.

Aos meus amigos. Os mesmos que me ajudaram de forma técnica para a realização deste trabalho. Sem vocês, nada disso seria possível.

Ao meu orientador prof. Diego Rosa e co-orientador Maurício Lemos que teve toda a paciência e sabedoria de acompanhar este trabalho com tanto zelo e cuidado. Jamais esquecerei.

À toda minha família, em especial à minha mãe Luzia Lúcia e meu pai João Rezende, que sempre me apoiou e acreditou no meu potencial, sem isso eu não chegaria aonde cheguei. Sua garra, vitalidade e alegria de viver sempre foram minha inspiração.

Muito obrigado!

## **DEDICATÓRIA**

Assim como foi escrito por Frederick Herzberg: “A verdadeira motivação vem de realização, desenvolvimento pessoal, satisfação no trabalho e reconhecimento”, para surgir essas motivações teve-se papel fundamental em minha vida minha família e amigos e é a eles que dedico esse trabalho e a eles que sou e serei eternamente grato.

*A caridade é um exercício espiritual... Quem pratica o bem, coloca em movimento as forças da alma.*

**Chico Xavier**

## RESUMO

O Concrete Canvas é uma manta flexível composta por uma mistura de concreto seca envolta por uma matriz de fibras tridimensional de superfície fibrosa. Em sua versão impermeabilizante, este sistema conta ainda com uma membrana de PVC fixada em um dos lados da manta, garantindo assim, que o material seja totalmente à prova d'água. O objetivo geral desta pesquisa é fazer uma análise da eficiência do sistema de contenção Concrete Canvas no desvio do rio no percurso tomado pelos rejeitos decorrentes do rompimento da barragem em Brumadinho. Diante dos conceitos propostos, o presente estudo pode ser classificado como predominantemente qualitativo, pois busca fazer uma análise da eficiência do sistema de contenção Concrete Canvas no desvio do rio no percurso tomado pelos rejeitos decorrentes do rompimento da barragem em Brumadinho. Assim, conclui-se que, é de total relevância para a empresa aqui analisada a utilização do CC no ambiente em questão, levando em consideração a sua fácil aplicação, durabilidade e equilíbrio com o meio ambiente. A empresa aqui analisada busca ir além das medidas ambientais legais, que mantém programas que visam à redução do consumo de recursos naturais e ao apoio a iniciativas de preservação ambiental. Deseja implantar ações preventivas, e caso necessário, adotar medidas mitigadoras para assegurar um convívio harmônico entre suas atividades e a qualidade de vida de seus colaboradores.

**Palavras-chave:** Concrete canvas. Sistema de contenção. Manta flexível. Mistura de concreto.

## ABSTRACT

Concrete Canvas is a flexible blanket composed of a dry concrete mixture surrounded by a three-dimensional fiber matrix with a fibrous surface. In its waterproof version, this system also has a PVC membrane attached to one side of the blanket, thus ensuring that the material is totally waterproof. The general objective of this research is to make an analysis of the efficiency of the Concrete Canvas containment system in the diversion of the river in the route taken by the tailings resulting from the rupture of the dam in Brumadinho. In view of the proposed concepts, the present study can be classified as predominantly qualitative, as it seeks to make an analysis of the efficiency of the Concrete Canvas containment system in the diversion of the river in the route taken by the tailings resulting from the rupture of the dam in Brumadinho. Thus, it is concluded that the use of CC in the environment in question is of total relevance for the company analyzed here, taking into account its easy application, durability and balance with the environment. The company analyzed here seeks to go beyond legal environmental measures, which maintain programs aimed at reducing the consumption of natural resources and supporting environmental preservation initiatives. It wants to implement preventive actions, and if necessary, adopt mitigating measures to ensure a harmonious relationship between its activities and the quality of life of its employees.

**Key-words:** Concrete canvas. Containment system. Flexible blanket. Concrete mix.



## LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

TCC: Trabalho de Conclusão de Curso.

FEAMIG: Faculdade de Engenharia de Minas Gerais.

LEED: *Leadership in Energy and Environmental Design*.

NBR: Norma Técnica Brasileira.

FS: Fator de Segurança.

CC: Concrete Canvas.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> A construção no Brasil .....	16
<b>Figura 2:</b> Trabalhadores da construção .....	17
<b>Figura 3:</b> Canteiro de obras .....	18
<b>Figura 4:</b> Concrete Canvas .....	27
<b>Figura 5:</b> A chegada do CC no pátio da empresa .....	35
<b>Figura 6:</b> Concrete Canvas .....	36
<b>Figura 7:</b> A exposição do CC .....	37
<b>Figura 8:</b> Teste .....	38
<b>Figura 9:</b> Aplicação do CC .....	38

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	13
1.1 Contexto do problema .....	14
1.2 Problema de pesquisa .....	14
1.3 Objetivos .....	14
1.3.1 Objetivo geral .....	14
1.3.2 Objetivos específicos .....	14
1.4 Justificativa .....	14
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	16
2.1 A construção civil no Brasil .....	16
2.2 Técnicas construtivas .....	18
2.3 Tipos de incerteza .....	20
2.4 Síntese da NBR 11682/2009 .....	20
2.5 Concrete Canvas .....	26
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	29
3.1 Tipos de pesquisa .....	29
3.2 Natureza da pesquisa .....	29
3.3 Tipo de pesquisa quanto aos fins .....	30
3.4 Tipo de pesquisa quanto aos meios .....	31
3.5 Universo e amostra .....	32
3.6 Coleta e análise dos dados .....	32
3.8 Limitações .....	33
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	35

4.1 A segurança da aplicação da manta de concreto flexível do Concrete Canvas .....	35
4.2 A importância da validade de duração do CC .....	39
4.3 A viabilidade da utilização do CC no ambiente analisado .....	40
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>42</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>43</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>45</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>46</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Concrete Canvas é uma manta flexível composta por uma mistura de concreto seca envolta por uma matriz de fibras tridimensional de superfície fibrosa. Em sua versão impermeabilizante, este sistema conta ainda com uma membrana de PVC fixada em um dos lados da manta, garantindo assim, que o material seja totalmente à prova d'água. Diferentemente de outros materiais disponíveis no mercado, o Concrete Canvas não necessita da adição de aditivos na obra, apenas de hidratação com água, por pulverização ou por imersão total em água, conforme diretrizes de instalação. Após o processo de hidratação e cura da manta, as fibras presentes no sistema reforçam o concreto, impedindo a propagação de trincas ou ruptura por falha plástica (CONCRETE CANVAS, 2021).

O Concrete Canvas passou por testes que tem por base a Norma Inglesa BS EN 12467/2004 que visam avaliar os efeitos da degradação ambiental em placas de fibra cimento e apresentou o mais alto nível de resistência ao tempo (Categoria A). Logo, o material pode ser submetido as mais diversas condições climáticas, tanto ao calor intenso quanto a forte geada, resistindo às deformações e apresentando uma expectativa de vida de no mínimo 50 anos.

O material é produzido no Reino Unido utilizando máquinas projetadas pela própria Concrete Canvas. Para distribuição no Brasil, o produto é importado e seu valor é convertido de Libras para Reais, sendo fornecido em rolos a granel paletizados ou rolos em lotes portáteis. O material pode ser fornecido ainda em três diferentes espessuras, são elas: CC5 (5mm), CC8 (8mm) e CC13 (13mm) (CONCRETE CANVAS, 2021).

Assim, o objetivo geral desta pesquisa é fazer uma análise da eficiência do sistema de contenção Concrete Canvas no desvio do rio no percurso tomado pelos rejeitos decorrentes do rompimento da barragem em Brumadinho.

### 1.1 Contexto do problema

Um sistema de contenção eficaz pode ajudar a gerenciar, medir e melhorar os aspectos ambientais de suas operações, levando a uma conformidade mais eficiente com os requisitos ambientais obrigatórios (leis) e voluntários.

Diante disso, o presente estudo mostra-se interessado em buscar informações relativas a eficiência do sistema de contenção Concrete Canvas no desvio do rio no percurso tomado pelos rejeitos decorrentes do rompimento da barragem em Brumadinho.

## 1.2 Problema de pesquisa

Qual a eficiência do sistema de contenção Concrete Canvas no desvio do rio no percurso tomado pelos rejeitos decorrentes do rompimento da barragem em Brumadinho?

## 1.3 Objetivos

### *1.3.1 Objetivo geral*

Fazer uma análise da eficiência do sistema de contenção Concrete Canvas no desvio do rio no percurso tomado pelos rejeitos decorrentes do rompimento da barragem em Brumadinho.

### *1.3.2 Objetivos específicos*

- Fazer uma análise sobre a segurança da aplicação da manta de concreto flexível do Concrete Canvas ;
- Entender a importância da validade de duração do CC;
- Analisar a viabilidade da utilização do CC no ambiente analisado.

## 1.4 Justificativa

O presente estudo se mostra relevante como produção acadêmica, pois abre frentes para discussões importantes dentro da engenharia civil com referência a utilização do sistema de contenção Concrete Canvas e sua eficiência. Os possíveis

resultados que serão obtidos ao término da presente pesquisa podem vir a comprovar os efeitos positivos da utilização desse sistema, conseqüentemente, estendendo-se a sociedade e ao meio empresarial, uma vez comprovada a sua viabilidade.

No ambiente empresarial, esta pesquisa poderá ser consultada como referência para um melhor entendimento desse sistema de contenção, pois permitirá maior entendimento no que diz respeito ao a sua utilização e também engenharia civil. Para o ambiente acadêmico, proporcionará conhecimentos sobre questões ambientais, processos e métodos de implantação referente a tal sistema.

Na área de Engenharia de Civil, a importância do tema se mostra na necessidade de estudos mais específicos para ampliação da aplicação do sistema Concrete Canvas nesse tipo de ambiente analisado que foi tão degradado pelos rejeitos da destruição da barragem em Brumadinho.

No que diz respeito aos processos e técnicas em engenharia civil, o presente estudo proporcionará mais base para orientar o melhor caminho a ser traçado estrategicamente, propondo soluções aos possíveis problemas desse tipo de sistema objetivando minimizar os impactos, advindos das transformações do ambiente analisado nesta pesquisa, gerados pelas atividades humanas.

Acredita-se também que a presente pesquisa seja relevante também para a comunidade/sociedade, visto a importância da preservação ambiental e os benefícios que esse sistema pode proporcionar frente a reconstrução do ambiente degradado em questão.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A construção civil no Brasil

A construção civil tem vivido atualmente uma época em que se busca crescer mais. A realidade é que, com o crescimento do mercado de trabalho para profissionais da construção, os mesmos estão se profissionalizando e reciclando cada vez mais, com o objetivo do aperfeiçoamento em suas funções (SOEIRO, 2004). A Figura 1 mostra o desenvolvimento da construção no Brasil.

**Figura 1:** A construção no Brasil



**Fonte:** Maia Neto (2011).

De acordo com Maia Neto (2011), no que tange as questões ambientais, as mesmas estão em meio às exigências das construtoras já há algum tempo, visto a necessidade de preservação ambiental em áreas de construção. As construtoras buscam minimizar os resíduos produzidos pelas mesmas, como também a reciclagem dos mesmos, buscando cada vez mais a sustentabilidade ambiental.



Diversas ações, conforme Maia Neto (2011) são feitas com o intuito de minimizar os danos ambientais causados pela construção civil e os resíduos por ela produzidos. Com isso, pontos relevantes da construção são levados em consideração na hora de construir, como por exemplo, a utilização de energia solar e a utilização da água da chuva podem fazer a diferença para a sociedade. A Figura 2 expõe o dia a dia dos trabalhadores da construção.

**Figura 2:** Trabalhadores da construção



**Fonte:** Maia Neto (2011).

Segundo Carporali (2000), em pesquisas realizadas constatou-se que 5% dos custos da construção civil são referentes a sustentabilidade ambiental. Entretanto, em curto espaço de tempo pode-se perceber que a utilização de meios de captação de energia solar e a utilização da água da chuva pode proporcionar uma economia de cerca de 30% na construção.

Carporali (2000), assevera que, em diversos lugares, os materiais dispensados pela construção civil podem ser reciclados e destinados à outras obras, economizando assim, parte do valor que seria utilizado para a obra atual.

No que tange a Figura 3 a mesma mostra a realidade do canteiro de obras.

**Figura 3:** Canteiro de obras



**Fonte:** Maia Neto (2011).

As construções ambientalmente responsáveis, segundo Maia Neto (2011), possuem um certificado, como por exemplo: o *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), emitido pela organização *United States Green Building Council*. Assim, as construtoras precisam atender a diversos requisitos para que a partir daí as mesmas possam conseguir um pré-certificado, de empresa que busca a sustentabilidade ambiental, proporcionando dessa forma, uma boa imagem aos seus clientes.

## 2.2 Técnicas construtivas

A arte de construir tem acompanhado o ser humano desde os primórdios de sua cultura e sua evolução tem se baseado num processo de tentativa e erro. Este processo, lento e gradual, foi o responsável pelo aprendizado de muitas técnicas que ainda hoje são empregadas com bastante sucesso (MAIA NETO, 2011).

O uso da alvenaria estrutural teve sua origem nas antigas civilizações. Grandes blocos irregulares de pedra foram utilizados na execução de paredes estruturais em pirâmides, catedrais, palácios e fortalezas. O desenvolvimento da técnica e o seu uso racional foram impedidos pela pouca trabalhabilidade dos blocos de pedra utilizados, como também pela falta de conhecimento sobre o comportamento das alvenarias (CARPORALI, 2000).

No Brasil a alvenaria estrutural iniciou no período colonial. Os primeiros avanços na técnica construtiva foram marcados, na época imperial pela utilização do tijolo de barro cozido em meados da década de 1850. O que fez com que as construções conseguissem uma maior qualidade e durabilidade. No final do século XIX, com o desenvolvimento e avanço da engenharia, a precisão dos tijolos se tornou muito mais desenvolvida e aperfeiçoada, visando qualidade, durabilidade e menos custo (SOEIRO, 2004).

Atualmente, nos Estados Unidos, Inglaterra, Alemanha, entre outros países, as técnicas construtivas atingiram níveis mais sofisticados de aperfeiçoamento e de precisão, execução e controle de qualidade, objetivando dessa forma, a busca por uma redução de custos e menor tempo de construção, não esquecendo da qualidade e durabilidade da obra, e com isso a utilização do bloco na construção civil se tornou relevante e econômica para as construtoras (SOEIRO, 2004).

Segundo Andrade (2004), o sucesso econômico da alvenaria estrutural tem sido alcançado não só pela racionalização estrutural, mas também porque as paredes que constituem a estrutura da edificação desempenham várias outras funções simultaneamente, tais como subdivisão de espaços, isolamento térmico e acústico, proteção ao fogo e às condições climáticas.

Embora a alvenaria estrutural comece a ser largamente empregada em alguns centros do país, em outros continua desconhecida. Enquanto edifícios relativamente altos são erguidos, utilizando a capacidade resistente da alvenaria, outras obras de menor porte são projetadas com estruturas independentes (concreto armado e aço) por completo desconhecimento da nova técnica, gerando um contraste de certa forma interessante de ser observado (MAIA NETO, 2011).

### 2.3 Tipos de incerteza

De acordo com Assis *et al.* (2012), as incertezas podem ser classificadas como aleatórias e sistêmicas, sem levar em consideração os erros humanos, que seria uma terceira categoria. Com isso, a incerteza aleatória é a variação espacial de um parâmetro de um solo dentro de uma mesma camada geológica, ou seja, devido à heterogeneidade natural das camadas. Esta incerteza não pode ser reduzida e nem eliminada.

Ainda conforme Assis *et al.* (2012), a sistêmica é a falta de conhecimento de uma variável, que provém de duas outras incertezas, são elas:

- Incerteza de medição, devido a, por exemplo, imperfeições de um instrumento, e falta de qualificação da equipe;
- Incerteza estatística, devido a um número insuficiente de ensaios ou medições;

Para Adriano (2009), incertezas sistêmicas podem ser reduzidas ou até mesmo eliminadas, por meio de informações precisas e determinantes quanto a segurança do talude. O método estatístico é relevante, visto que, podem ser utilizado um conjunto de medidas, com a finalidade de determinar e quantificar tais incertezas.

De acordo com Assis (2003), no que tange tais propriedades de incerteza do solo, as mesmas são definidas como as variáveis aleatórias representadas estatisticamente por sua média, desvio padrão ou coeficiente de variação e distribuição de probabilidade da função, conforme vistos anteriormente. Quando não se dispõe de um número suficiente de ensaios pode-se, a princípio, utilizar coeficientes de variação estimados (desvio-padrão sobre a média), a partir de valores típicos.

### 2.4 Síntese da NBR 11682/2009

É relevante aqui expor uma síntese sobre a NBR 11682/2009, com a finalidade de analisar a importância dessa norma para a estabilidade de encostas, objetivo esse proposto neste estudo.

#### - Objetivo

Esta Norma prescreve as condições exigíveis no estudo e controle da estabilidade de encostas e de taludes resultantes de cortes e aterros realizados em encostas. Abrange, também, as condições para estudos, projeto, execução, controle e observação de obras de estabilização. Não estão incluídas nesta Norma as condições específicas aplicáveis a taludes de cavas de mineração e a taludes de barragens, de subsolos de prédios e de cavas de metrô, a aterros sobre solos moles e de encontro de pontes, bem como qualquer outra situação distinta que não envolva encostas.

#### - Condições gerais

Esta norma especifica os estudos relativos à estabilidade de encostas e às minorações dos efeitos de sua instabilidade em áreas específicas, pré-definidas, objetivando a definição das intervenções a serem analisadas e discriminando os procedimentos indicados a seguir na elaboração de estudos e projetos, na execução de obras ou serviços de implantação, no acompanhamento dos mesmos e na manutenção de tais obras ou serviços.

Tendo em vista que a área de estudo pode ser influenciada por fatores externos e mais abrangentes e/ou legais, tais condicionantes devem ser considerados e analisados, antes do estudo específico para o local.

Esta norma define, segundo uma organização cronológica, as etapas e as prescrições relativas à estabilidade de encostas em áreas específicas, conforme a seguir itemizado.

Esta norma prescreve condições específicas, para estudos e para obras em talude individuais. No caso de obras lineares, tais como estradas, ferrovias, dutovias e outras, os estudos e projetos devem levar em conta a geologia e geomorfologia ao longo do traçado, direção e mergulho das rochas, presença de colúvios e outras situações críticas. As investigações deverão ser definidas pelo projetista caracterizando os taludes específicos nos quais deverão ser realizados os estudos individualizados prescritos nesta norma. Os projetos deverão obrigatoriamente prever drenagem e proteção contra erosão em todos os taludes de corte e aterro.

#### - Projeto

Esta etapa corresponde à caracterização do perfil geológico-geotécnico (uma seção ou mais), incluindo caracterização do tipo de instabilização, definição do modelo de cálculo com os respectivos parâmetros, diagnóstico e concepção do projeto (com possíveis alternativas) e detalhamento da obra com as respectivas fases de execução.

Numa fase preliminar pode ser elaborado um Anteprojeto, com a finalidade de avaliação de orçamentos, concepção de alternativas de projeto, programação da obra futura ou de qualquer outra finalidade que se mostre justificável. Neste caso, é obrigatória a definição clara de todos os elementos avaliados e utilizados na concepção e no detalhamento do Anteprojeto, sendo necessária a execução de sondagens suficientes para definição do perfil geológico-geotécnico com no mínimo 3 sondagens por seção e levantamento topográfico. A quantidade de seções deve representar o conjunto em análise.

No caso de local com instabilidade já ocorrida ou com indícios de instabilidade iminente, deverão ser estudados os processos indutores da instabilidade, bem como de todas as demais possibilidades de instabilização, incluindo recomendações para possíveis ações emergenciais.

#### - Execução de Obra

Abrange as considerações básicas de técnicas de execução, seqüência executiva, detalhes de acabamentos, segurança e controle de qualidade, bem como a documentação necessária para arquivo, incluindo os ajustes executados no projeto durante as obras, reunidos em documento de revisão do projeto como construído (*“as built”*).

#### - Acompanhamento

São definidos no item 9 os critérios de acompanhamento das obras durante a execução, de forma a garantir o fiel cumprimento do projeto, incluindo as adaptações necessárias para manutenção de sua concepção.

#### - Manutenção

Esta norma caracteriza e define, as necessidades de manutenção das obras em encostas, pós construção. Tem como objetivo a durabilidade das obras e a manutenção da estabilidade da encosta ao longo do tempo, de acordo com o “Manual do Usuário”.

#### - Monitoramento

O acompanhamento dos deslocamentos e das pressões de água no interior do maciço, das cargas nas ancoragens, com a finalidade de acompanhar o comportamento de uma encosta.

#### - Procedimentos preliminares

Os procedimentos preliminares a seguir descritos são obrigatórios para a elaboração de projetos de estabilização de encostas e/ou de obras de engenharia em regiões de encostas.

#### - Levantamento de informações disponíveis

Deverão ser pesquisados os dados históricos disponíveis e relativos à topografia, geologia e dados geotécnicos locais, além de informações sobre ocupações, condições de vizinhança, cursos de água, históricos de deslizamentos e demais características que permitam a visualização da encosta em questão, inclusive sob o aspecto de inserção no ambiente. O levantamento inclui consulta a mapas regionais ou setoriais de risco e de susceptibilidade de escorregamentos, bem como a mapas geológicos e geotécnicos, fotos aéreas e imagens de satélite, quando disponíveis. A consulta a esses mapas deverá ser feita junto aos órgãos Federais, Estaduais e Municipais competentes, podendo ser complementada por estudos disponíveis em universidades e centros de pesquisa, através de teses e relatórios de pesquisa.

Levantamento de taludes rochosos No caso de taludes rochosos ou encostas com blocos de rocha, deverá ser feito um levantamento contendo: a) aerofotografia ou

foto convencional de todo o conjunto, obtida através de montagem, objetivando visualizar toda a área em estudo; b) registro minucioso dos elementos instáveis, com fotos, e indicação em planta da localização de cada foto; c) Perfis esquemáticos indicando as dimensões dos elementos instáveis, de eventuais intrusões (diques), orientação dos planos de fratura da rocha e das xistosidades, assim como as condições de apoio (declividade, rugosidade e tipo de material), de forma a permitir a elaboração do modelo geomecânico; d) outros processos, como ortofotografia vertical ou “scanner” podem ser utilizados em substituição à fotografia convencional.

#### - Monitoramento

O monitoramento de uma encosta em uma fase preliminar, ou durante o próprio desenvolvimento do projeto, pode, em certos casos, ser um dado importante de investigação do terreno. Neste caso, a instalação de instrumentos para controle do nível piezométrico e dos movimentos (horizontais e verticais) da encosta deverá ser programada juntamente com as investigações geotécnicas.

#### - Fatores de segurança

Esta norma considera que as análises usuais de segurança desprezam as deformações que ocorrem naturalmente no talude ou na encosta e que o valor do Fator de Segurança (FS) tem relação direta com a resistência ao cisalhamento do material do talude, conforme definido no item 3.6. Admite-se, portanto, que um maior valor de FS corresponde a uma segurança maior contra a ruptura. Entretanto, no caso de encostas, a variabilidade dos materiais naturais pode reduzir significativamente a segurança, aumentando a probabilidade de ocorrência de uma ruptura da encosta.

Na metodologia recomendada, admite-se que o valor de FS pode variar em função da situação potencial de ruptura do talude, no que diz respeito ao perigo de vidas humanas e à possibilidade de danos materiais e de danos ao meio ambiente. Devem ser consideradas as situações atuais e futuras, previstas ao longo da vida útil do talude estudado.



Os valores de FS indicados a seguir são válidos para todos os casos de carregamento definidos pelo engenheiro civil responsável pelo projeto, incluindo hipóteses sobre a situação do nível de água, sobrecargas, alterações previstas na geometria, ação de sismos e outros.

#### - Manutenção

Ao término da obra, o executor deverá elaborar o “Manual do Usuário” a ser encaminhado ao proprietário. Neste manual, deverão constar todas as providências em termos de manutenção da obra a serem seguidas pelo proprietário. Tanto o tipo de serviço a ser realizado, quanto à sua periodicidade deverão ser definidos no manual.

As recomendações constantes do manual devem ter por objetivo manter as características originais do projeto, dentro dos critérios de segurança pré-estabelecidos.

Deverão ser seguidas as seguintes recomendações, de caráter básico, além de outras recomendações pertinentes: a) proceder a vistorias periódicas à obra (no mínimo semestrais) para verificação de situações anômalas a saber: trincas, deslocamentos, obstruções na drenagem, erosões e outros fatos julgados de relevância; b) realizar limpeza periódica no sistema de drenagem; c) realizar, com a periodicidade recomendada pelo executor, medição de vazão dos drenos profundos subhorizontais; d) no caso de obras com empregos de tirantes, deverão ser executados ensaios de verificação de cargas e inspeção da integridade das cabeças, a cada 5 anos, em um número representativo de tirantes, com sistema bomba, macaco, manômetro aferido ou célula de carga. Os resultados devem ser apresentados ao proprietário da obra com as recomendações cabíveis.

Deverão ser respeitados os seguintes critérios para determinar o número de tirantes a serem verificados, em função do número total de tirantes existentes na obra:

- até 10 tirantes: ensaiar todos;
- de 10 a 30 tirantes: ensaiar 7 + 25% do total de tirantes existentes na obra;
- de 30 a 60 tirantes: ensaiar 12 + 10% do total de tirantes existentes na obra;

- de 60 a 100 tirantes: ensaiar 15 + 5% do total de tirantes existentes na obra;
  - mais de 100 tirantes: ensaiar 20% do total de tirantes existentes na obra.
- e) no caso de obras com monitoramento previsto, realizar e analisar as leituras de acompanhamento conforme recomendado no projeto; f) outras recomendações pertinentes.

Assim, pode-se observar todas as orientações pertinentes a NBR 11682 NBR 11682 - Estabilidade de encostas. Com isso, ao seguir todas essas orientações o construtor evitará possíveis danos causados por uma má execução no que tange a estabilidade do ambiente trabalhado.

## 2.5 Concrete Canvas

O Concrete Canvas é um geossintético flexível e preenchido com concreto que fornece uma camada fina e durável de concreto quando hidratado. Normalmente, ele é instalado 10 vezes mais rápido do que as soluções de concreto convencionais: essencialmente, é concreto em rolo (CONCRETE CANVAS, 2021).

Distribuído no Brasil com exclusividade pela SPI – Engenharia & Representações, o Concrete Canvas (CC) é uma tecnologia que inova a maneira de trabalhar com o concreto. Trata-se de um cimento flexível em forma de manta que pode ser moldado de diferentes maneiras. Pode ser utilizado em obras de infraestrutura e construções em geral, assim como em aplicações de *design* (CONCRETE CANVAS, 2021).

O geotêxtil chega pronto com a mistura, sendo composto por uma matriz de fibras tridimensionais e uma fórmula especial de concreto para mistura seca. Permite o uso do concreto com perdas mínimas, dispensando assim os tradicionais processos de betonagem (CONCRETE CANVAS, 2021).

Basta posicioná-lo da maneira desejada e hidratá-lo com água. Após isso, o elemento estará curado na aparência de uma fina camada de concreto, totalmente impermeável e à prova de fogo. Outro diferencial em relação ao concreto comum é que o Concrete Canvas (CC) não apresenta problemas no caso de adição de muita água, pois pode ser utilizado até mesmo em aplicações submersas. É, também, resistente a compostos químicos (CONCRETE CANVAS, 2021).

- Propriedades técnicas
- Espessuras: 5 mm (CC5), 8 mm (CC8) e 13 mm (CC13)
- Rolos: grandes ou pequenos (podem ser carregados). CC5 = 200 m<sup>2</sup> ou 10 m<sup>2</sup> | CC8 = 125 m<sup>2</sup> ou 5 m<sup>2</sup> | CC13 = 80 m<sup>2</sup>

**Figura 4:** Concrete Canvas



**Fonte:** Concrete Canvas (2021).

O Concrete Canvas pode ser utilizado para (CONCRETE CANVAS, 2021):

- Objetos e elementos de decoração (cadeiras, bancos e mesas)
- Acabamento para valas
- Controle de erosão em encostas
- Canais, taludes, diques e zonas de escoamento
- Acabamento em piso
- Paredes de ventilação em minas
- Proteção para tubulações
- Proteção de gabiões
- Remendos de betão
- Proteção contra enchentes
- Acabamento para aquedutos (transporte de água)

Assim, o Concrete Canvas combina a tecnologia de tecidos impregnados de concreto com a membrana de alta impermeabilidade e quimicamente resistente na sua parte inferior. A geomembrana proporciona um revestimento de alto desempenho, com uma junta testável para aplicações de impermeabilização. O revestimento incorpora uma tira de alta visibilidade permitindo soldar as juntas termicamente com canal de ar duplo para testes no local. A manta de concreto flexível endurece na hidratação, para fornecer proteção a geomembrana diante da punção, abrasão, intempéries e degradação ultravioleta. Esta superfície dura de concreto reforçado efetivamente remove a necessidade de concreto tradicional, terra ou material agregado na parte superior normalmente exigida com sistemas de revestimento convencionais (CONCRETE CANVAS, 2021).

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Tipos de pesquisa

As pesquisas, segundo Yin (2005, p. 35), podem ser:

- **Básica:** Objetiva gerar conhecimentos novos, úteis para o avanço da Ciência, sem aplicação prática prevista. Envolve verdades e interesses universais;
- **Aplicada:** Objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais.

O tipo de pesquisa utilizado neste estudo foi a pesquisa aplicada, visto que, foi utilizada para aplicar numa situação específica por meio dos conhecimentos construídos, resolvendo os problemas contidos neste estudo, ou seja, tem a finalidade prática dentro da empresa aqui analisada. A pesquisa aplicada foi utilizada neste estudo visto ser necessário a utilização de materiais fornecidos pela empresa aqui analisada para um maior entendimento da atual situação da utilização do Concrete Canvas no ambiente aqui analisado.

#### 3.2 Natureza da pesquisa

Quanto a abordagem as pesquisas podem ser, segundo Gil (1999, p. 58) e Yin (2005, p. 34), os principais tipos de pesquisa são:

- **Pesquisa Quantitativa:** considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (percentagem, média, moda, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, dentre outros (GIL, 1999, p. 58);
- **Pesquisa Qualitativa:** considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem (YIN, 2005, p. 34).

Diante dos conceitos propostos, o presente estudo pode ser classificado como predominantemente qualitativo, pois busca fazer uma análise da eficiência do sistema de contenção Concrete Canvas no desvio do rio no percurso tomado pelos rejeitos decorrentes do rompimento da barragem em Brumadinho.

### 3.3 Tipo de pesquisa quanto aos fins

Em um estudo científico utilizam-se métodos de procedimento que seriam as etapas mais concretas da investigação, mais restritas e menos abstratas, podendo ser empregados vários métodos concomitantemente. O processo de pesquisa é definido como “processo formal e sistemático de desenvolvimento do método” científico (GIL, 1999, p. 42). O mesmo autor ainda cita que, para que um conhecimento seja reconhecido como científico, o mesmo deve ser embasado em requisitos mentais e técnicos que sejam de fontes confiáveis.

De acordo com Vergara (2007), os tipos de pesquisa podem ser definidas por dois critérios básicos: quanto aos fins e quanto aos meios.

Quanto aos fins a pesquisa pode ser:

- **Exploratória:** A pesquisa exploratória é muito utilizada para realizar um estudo preliminar do principal objetivo da pesquisa que será realizada, ou seja, familiarizar-se com o fenômeno que está sendo investigado, de modo que a pesquisa subsequente possa ser concebida com uma maior compreensão e precisão;
- **Descritiva:** Ela descreve as características de determinadas populações ou fenômenos. Uma de suas peculiaridades está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistemática.
- **Explicativa:** Ela identifica os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos. É o tipo que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas. Por isso, é o tipo mais complexo e delicado;
- **Intervencionista:** A pesquisa intervencionista é aquela que se fundamenta numa intervenção do pesquisador na realidade estudada, com a pretensão de modificá-la, de solucionar um problema; ao contrário da pesquisa aplicada, pressupõe-se nesta forma a participação direta do pesquisador na realidade

estudada, abandonando toda e qualquer pretensão de neutralidade e agindo na busca da mudança.

A presente pesquisa classifica-se como exploratória, posto sua importância para o estudo aqui proposto, favorecendo a aproximação do grupo de pesquisa com as características específicas do tema explorado e possibilitando uma melhor investigação deste. Neste estudo também se utiliza da pesquisa exploratória pelo fato de que, ela foi utilizada para realizar um estudo preliminar do principal objetivo da pesquisa que foi realizada, ou seja, familiarizar-se com o fenômeno que está sendo investigado, de modo que a pesquisa possa ser concebida com uma maior compreensão e precisão.

#### 3.4 Tipo de pesquisa quanto aos meios

Na pesquisa quanto aos meios busca-se os dados pesquisados, segundo o método adotado e em articulação ao referencial teórico, pretendem dar algumas explicações com o intuito de responder o problema de pesquisa.

Para Gil (1999), a pesquisa bibliográfica sustenta a todas as fases de qualquer tipo de pesquisa, uma vez que presta ajuda na definição do problema, na determinação dos objetivos, na estruturação de hipóteses, e apoia a justificativa da escolha do tema e na elaboração do trabalho final.

Já para Yin (2005), o estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, adequado quando as circunstâncias são complexas e podem mudar, quando as condições que dizem respeito não foram encontradas antes, quando as situações são altamente politizadas e onde existem muitos interessados.

Na presente pesquisa foi feito um estudo de caso com a finalidade de fazer uma análise da eficiência do sistema de contenção Concrete Canvas no desvio do rio no percurso tomado pelos rejeitos decorrentes do rompimento da barragem em Brumadinho.

Este estudo foi desenvolvido dentro da rotina e realidade da Empresa xxxxxxxxxxxx, localizada na cidade de xxxxxxxxxxxx/MG. Para Yin (2005, p.32) um estudo de caso “é uma investigação empírica que investiga um fenômeno

contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”.

### 3.5 Universo e amostra

De acordo com Gil (1999), o universo ou população, é o conjunto de elementos que possuem as características que serão objetos do estudo, e a amostra, ou população amostral, é uma parte do universo escolhido selecionada a partir de um critério de representatividade.

Foi considerado nesta pesquisa como universo a Empresa xxxxxxxxxxxx.

De acordo com Yin (2005), conceitua-se amostra como sendo o conteúdo ao qual se relaciona com o foco principal de uma pesquisa, seja ela qualitativa ou quantitativa.

A amostra foi relacionada a eficiência do sistema de contenção Concrete Canvas no desvio do rio no percurso tomado pelos rejeitos decorrentes do rompimento da barragem em Brumadinho

### 3.6 Coleta e análise dos dados

Para Gil (1999), a coleta de dados não é um processo acumulativo e linear cuja frequência, controlada e mensurada, autoriza o pesquisador, exterior à realidade estudada e dela distanciado, a estabelecer leis e prever fatos.

Para Yin (2005), afirma que a análise dos dados é um processo constante que faz com que o pesquisador reflita continuamente sobre os dados coletados, dando-lhes um caráter emergente e indutivo. A análise tem como objetivo organizar e sumarizar os dados de maneira a possibilitar o fornecimento de respostas ao problema proposto na investigação.

Em uma pesquisa científica a coleta e análise de dados pode ser feita por meio de (YIN, 2005):

- **Observação:** a observação consiste em um exame minucioso que requer atenção na coleta e análise dos dados;
- **Questionário:** refere-se a um meio de obter respostas às questões por uma fórmula que o próprio informante preenche. Ele pode conter perguntas abertas e/ou



fechadas. As abertas possibilitam respostas mais ricas e variadas e as fechadas maior facilidade na tabulação e análise dos dados;

- **Entrevista:** a entrevista é um dos instrumentos básicos para a coleta dos dados, pois ocorre uma conversa oral entre duas pessoas, o entrevistador e o entrevistado, conforme o tipo de entrevista o papel dos dois pode variar;
- **Entrevistas em Profundidade:** a entrevista em profundidade consiste numa conversa face a face, através da qual se busca obter informações do entrevistado sobre determinado assunto.

A implementação do processo pesquisado partiu da primeira análise de um dos integrantes do grupo, que trabalha na empresa analisada. A finalidade do método utilizado na primeira análise foi analisar a eficiência do sistema de contenção Concrete Canvas no desvio do rio no percurso tomado pelos rejeitos decorrentes do rompimento da barragem em Brumadinho e foi realizada por meio de documentos fornecidos pela empresa, como por exemplo, planilhas de controle, no período entre 1 de julho de 2020 a 2 de janeiro de 2021.

Assim, a forma de coleta de dados foi por meio de planilhas de controle, gráficos, tabelas utilizadas para controle do processo, e todo o material disponibilizado pela empresa, inclusive dados gerados no decorrer do desenvolvimento do trabalho realizado pelo grupo para uma melhor análise sobre tal problemática. A análise em questão partiu de dados fornecidos pela empresa entre os meses de janeiro à junho de 2021. Apenas o autor que trabalha na empresa teve a oportunidade de fazer uma observação *in loco*, como também apenas ele teve acesso ao gestor da empresa que liberará os dados que serão analisados neste estudo.

### 3.7 Limitações

Segundo Gil (1999) conceitua-se limitação como sendo a ação e o efeito de limitar ou restringir. O verbo “limitar” significa lugar/impor limites a algo, enquanto a noção de limite é vinculada a uma linha que separa os dois territórios, no final de um período de tempo, ao extremo para obter o psíquico e o físico ou uma restrição.

No que diz respeito a esta pesquisa, pelo fato da mesma ser baseada em um estudo de caso, pode-se entender que incorpora todas as limitações impeditivas que

este método possui, visto a impossibilidade de generalização do resultado que foi aqui obtido.

A limitação deste estudo também foi ocasionada pelo fato do tempo de interação entre a empresa aqui analisada e o presente grupo de pesquisa, visto que os dados necessários para a realização deste estudo de caso dependem exclusivamente da empresa, deixando os presentes autores a espera de *feedbacks* mais rápidos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 A segurança da aplicação da manta de concreto flexível do Concrete Canvas

O Concrete Canvas® faz parte de uma nova e revolucionária classe de materiais de construção chamada Mantas Geossintéticas de Cimento Composto (GCCMs). É um tecido flexível impregnado de concreto, que endurece com a hidratação e forma uma camada de concreto fina, durável, à prova d'água e de fogo..O material pode ser hidratado por pulverização ou com sua imersão na água.depois de curado, as fibras reforçam o concreto, evitam a propagação de fissuras e proporcionam um modo de falha plástico seguro.

O CC é uma matriz de fibras tridimensional, que contém uma mistura de cimento seco, adicionada a um reforço de PVC em uma de suas superfícies, garantindo que o material seja totalmente à prova d'água. Está disponível em 3 espessuras: CC5TM, CC8TM e CC13TM, com espessuras de 5, 8 e 13 mm, respectivamente. Pode ser comercializado em rolos à granel ou rolos portáteis, os quais facilitam as aplicações com acesso limitado.

**Figura 5:** A chegada do CC no pátio da empresa



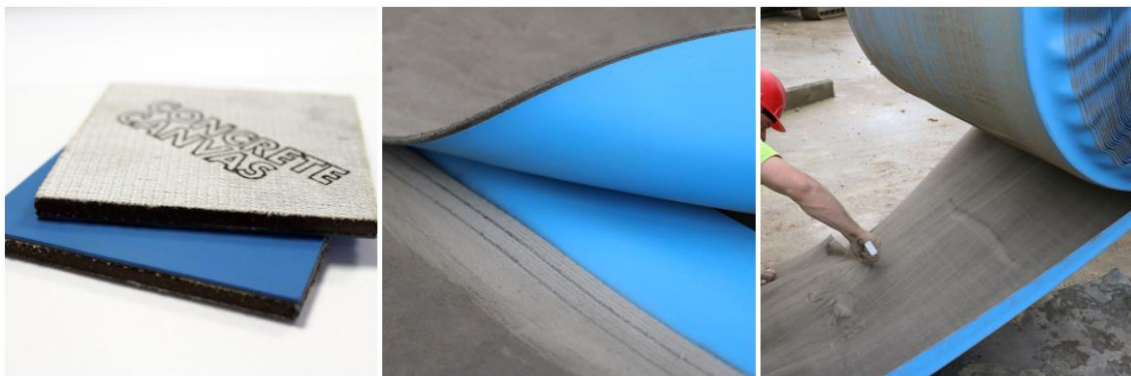
**Fonte:** Os autores (2021).

Algumas das vantagens da utilização do CC é que pode ser instalado a uma taxa de 200 m<sup>2</sup>/hora, até 10 vezes mais rápido que as soluções de concreto convencionais. A rapidez e facilidade de instalação tornam o Concrete Canvas® GCCM mais econômico que o concreto convencional, com menos complexidade logística. Possui uma tecnologia de baixa massa e baixo carbono, que usa até 95% menos material que o concreto convencional em muitas aplicações. O reforço de PVC na parte inferior do CC assegura que o material tenha excelente impermeabilidade.

O reforço de fibra evita a fissuração, absorve a energia dos impactos e proporciona um modo de falha estável. O CC é duas vezes mais resistente à abrasão que o concreto OPC padrão, tem excelente resistência a produtos químicos, bom desempenho na intempérie e não degrada com os raios UV. Possui boas características de cobertura, se adapta perfeitamente ao contorno do solo e envolve a infraestrutura existente. Quando não curado pode ser cortado ou adaptado usando ferramentas manuais básicas.

O CC combina a tecnologia de tecido impregnado de concreto com um revestimento de geomembrana de alta impermeabilidade, reforçada e quimicamente resistente. A geomembrana proporciona um revestimento de alto desempenho, com junta testável, para garantir a qualidade em aplicações de contenção. Essa superfície com estrutura de concreto é eficiente e dispensa a necessidade de uma cobertura superior de concreto, terra ou agregado, normalmente necessária com sistemas de revestimento convencionais.

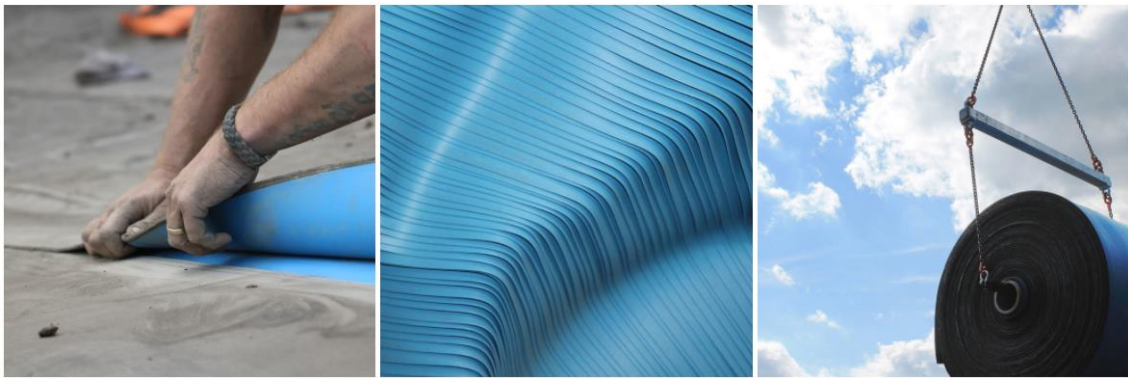
**Figura 6:** Concrete Canvas



**Fonte:** Os autores (2021).

O revestimento incorpora uma tira de PVC com alta visibilidade, o que permite que a união térmica das juntas possa ser testada no local através do canal de ar de duas ou três vias. O tecido flexível impregnado de concreto endurece com a hidratação e proporciona uma proteção duradoura à geomembrana contra perfuração, abrasão, intempérie e degradação por raios UV. O CC está disponível em 2 espessuras: CCH5TM e CCH8TM (5 e 8 mm) para uso em uma grande variedade de aplicações de contenção.

**Figura 7:** A exposição do CC



**Fonte:** Os autores (2021).

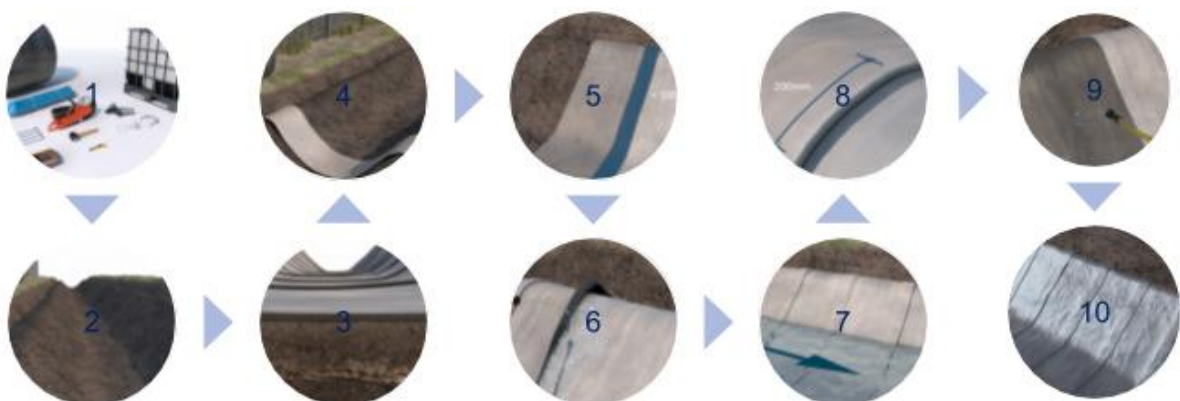
O CC combina a impermeabilidade de um revestimento de contenção com a proteção da estrutura e a durabilidade do concreto, reduzindo o tempo de instalação e simplificando a logística. O CC não necessita de uma cobertura de proteção superior. Ele prescinde da necessidade de escavação adicional, do tratamento do material escavado contaminado e de ter que trazer caros materiais de preenchimento.

O CC pode ser instalado diretamente nos contornos existentes, sem perda da capacidade volumétrica em projetos de reforma, proporcionando importante economia de tempo e dinheiro. O CC acaba de maneira eficaz com vegetação, eliminando os gastos com a manutenção constante de sistemas cobertos com terra. Ele reduz também os gastos do fim da vida útil associados ao tratamento de qualquer cobertura superior contaminada. O CC tem excelente impermeabilidade e apresentou uma condutividade hidráulica superior a  $1 \times 10^{-12}$  m/s.

**Figura 8: Teste**

**Fonte:** Os autores (2021).

O material deve ser mantido em sua embalagem fechada, especialmente em tempo chuvoso, para que o processo de hidratação não seja iniciado. No momento da aplicação, a embalagem deve ser aberta e a manta desenrolada com seu lado impermeável para baixo. A manta deve ser fixada no solo com grampos distanciados a cada 2 mts para aplicações longitudinais, em ambos os lados. Deve-se ainda fixar a manta nas juntas (com parafusos ou com cola especial) e fixar estacas nos cantos de sobreposição entre cada rolo.

**Figura 9: Aplicação do CC**

**Fonte:** Os autores (2021).

O CC tem uma superfície com estrutura de concreto, que protege o revestimento de geomembrana contra perfurações, abrasão, intempérie, animais escavadores e degradação por raios UV. O CC comprovou ter uma excelente resistência a uma grande variedade de reagentes químicos, incluindo hidrocarbonetos, lodo digerido e lixiviados ácidos.

#### 4.2 A importância da validade de duração do CC

Observa-se a importância da validade de duração do CC, visto que, com o desenvolvimento de novos produtos e meios para solucionar problemas na utilização de concreto, acredita-se que a utilização do CC além de ser viável no ponto de vista financeiro, também é relevante na eficiência e na duração do produto. Com isso, a cada dia que passa o CC é mais utilizado em todos os tipos de empreendimentos.

As principais propriedades do CC são (CONCRETE CANVAS, 2021).

- **Impermeabilidade à água:** Semelhante a estanqueidade demonstrada pela argila, o CC apresenta  $k=1 \times 10^{-8}$  m/s (coeficiente de permeabilidade);
- **Durabilidade:** O CC tem uma vida útil mínima de 50 anos, isto representa o dobro de durabilidade contra abrasão apresentada pelos Cimentos Portland Comuns;
- **Baixo impacto ambiental:** Redução de até 50% na emissão de CO<sub>2</sub> e gerando uma considerável redução quanto ao desperdício em obra;
- **Resistência ao fogo:** Excelente desempenho à altas temperaturas, atingindo o Euroclass B (classificação BS EM 13501);
- **Resistência química:** Excelente resistência à ataques químicos e agentes agressivos como: sulfatos, cloretos, água do mar, esgotos, óleos etc.

O tecido é resistente à ataques químicos e climáticos, um isolante térmico e impermeável, e de fácil aplicação, podendo ser moldado de diversas formas. Sua durabilidade é de aproximadamente cinquenta anos, e é pouco propenso a rachaduras, graças às suas finas e flexíveis fibras de polipropileno. Sua instalação dispensa preparações de grande porte no local e simboliza uma grande economia de tempo, por ter uma aplicação 20 vezes mais rápida que a dos demais, e também economia de materiais, que é de 90%. Por ser impermeável, o material é ideal para



revestir encostas, valas de drenagem, bacias de contenção, entre outros (CONCRETE CANVAS, 2021).

A durabilidade do CC é de aproximadamente 50 anos, o que o torna viável economicamente e na eficiência da sua utilização. O CC utilizado para uma ampla gama de aplicações de controle de erosão e eliminação de vegetação, possibilitando a construção com concreto com uma instalação mínima e treinamento especializado. Normalmente, ele é instalado dez vezes mais rápido do que as soluções convencionais, essencialmente é concreto em rolo, ou seja, simplesmente desenrola e apenas adiciona água no produto, tornando-o de fácil utilização e de grande viabilidade.

#### 4.3 A viabilidade da utilização do CC no ambiente analisado

O CC pode ser posicionado de várias maneiras. Mesmo assim, ele irá copiar a forma do fundo sobre o qual foi aplicado. Depois de umedecido com água, salgada ou doce, permanecerá flexível por duas horas, mas endurecerá rapidamente em menos de vinte e quatro; e curará no período de quarenta e oito, com 40Mpa ou 400kgf/cm<sup>2</sup>, ou seja, resistência a esforço de compressão. Não apresentará nenhum tipo de problema mesmo com adição de água em demasia, já que foi projetado para ser utilizado inclusive em estruturas submersas (CONCRETE CANVAS, 2021).

Caso seja necessário unir as camadas, pode-se fazer a fixação das juntas com pregos, grampos, adesivos selantes, argamassa de concreto ou outros métodos mecânicos ou não mecânicos. Em dias mais quentes, deve-se regar o material por umas quatro vezes, até completar as primeiras dez horas de cura. Já se a temperatura ambiente estiver muito baixa, deve-se utilizar água morna, para uma melhor hidratação do material; e também cobri-lo com lona plástica, para garantir que o processo seja concluído no tempo correto. Depois disso, não há a necessidade de manutenções regulares. Para demolir o material endurecido é preciso a ajuda de equipamentos. E para descartá-lo no lixo, devem-se seguir os mesmos procedimentos utilizados com resíduos de concreto convencional.

O ambiente analisado foi revestido com o CC sobre o perímetro e selado através de um processo de soldagem térmica automática ao longo de cada junta. Na aplicação para revestimento do ambiente é necessário apenas aplicar no local e



fixar. Recomendado para impermeabilização e recuperação de canais com grandes percursos com uma redução de até 90% do tempo da obra se comparado com as vias convencionais de concreto. Resistência a tração 6.7kN/m na longitudinal e 3.4kN/m na transversal e suporte de fluxo de até 11.0 m/s.

Dessa forma, pode-se aqui observar que, a utilização do CC no ambiente analisado em Brumadinho com a finalidade de desvio do fluxo das águas além de importante é viável, pois com a utilização desse produto é eficiente e eficaz, visto a sua durabilidade e fácil aplicação.

## 5 CONCLUSÃO

A política ideal para qualquer empresa é aquela com a capacidade de introduzir as diversas dimensões da vida humana em sociedade, o que inclui as suas dimensões sociais, ambientais, políticas e econômicas, pois somente assim poderá fornecer as bases sólidas para um modelo de desenvolvimento sócio-econômico e humano que preserve a qualidade de vida no planeta.

Pode-se observar neste estudo a preocupação da empresa analisada na utilização do produto CC para a viabilidade eficiente do mesmo do desvio do curso do rio afetado pelo desabamento da barragem em Brumadinho. O produto se mostrou eficaz e seguro, como também de longa durabilidade, fatores relevantes para a utilização do mesmo.

Assim, conclui-se que, é de total relevância para a empresa aqui analisada a utilização do CC no ambiente em questão, levando em consideração a sua fácil aplicação, durabilidade e equilíbrio com o meio ambiente. A empresa aqui analisada busca ir além das medidas ambientais legais, que mantém programas que visam à redução do consumo de recursos naturais e ao apoio a iniciativas de preservação ambiental. Deseja implantar ações preventivas, e caso necessário, adotar medidas mitigadoras para assegurar um convívio harmônico entre suas atividades e a qualidade de vida de seus colaboradores.

Recomenda-se que, futuros estudos sejam realizados para a cada dia buscar mais estudos sobre o tema aqui abordado, visto o baixo número de pesquisas que abordam a presente temática. Assim, pode-se afirmar que existe espaço para futuras pesquisas, e que as mesmas busquem solucionar possíveis dúvidas sobre o CC.

Apesar da grande preocupação com o atendimento à legislação ambiental e à manutenção da imagem das empresas, os resultados apresentados foram satisfatórios, pois a utilização do CC demonstrou a preocupação da empresa analisada e a adoção de tecnologias que visam maximizar o auxílio das mesmas no dia a dia da construção civil.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, Stella Maris Melazzi. **Metodologia para avaliação de impacto ambiental sonoro da construção civil no meio urbano**. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro – RJ, 2004.

ADRIANO, P.R.R. **Análise Tridimensional de Estabilidade de Talude utilizando o Método de Equilíbrio Limite Aperfeiçoado**. 2009. 157f. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Geotecnia e Construção Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2009.

ASSIS, A.P.. **Mecânica e engenharia de rochas**. Curso avançado. Publicação: G.AP-AA002/03. Universidade de Brasília – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental / FT – Geotecnia. 2003.

ASSIS, A.P.; ESPÓSITO, T.J.; GARDONI, M.G.; SILVA, P.D.E.A.; J.A. MAIA. **Métodos Estatísticos e Probabilísticos em Geotecnia. Publicação G.AP-002/2012**. Apostila do curso de Pós-Graduação em Geotecnia, UNB, Brasília. 2012.

CAPORALI, R.. **Do Desenvolvimento Econômico ao Desenvolvimento Sustentável**. In: 4º Seminário Internacional Ecocity. Curitiba, 2000.

CONCRETE CANVAS. **Concrete canvas: controle e contenção de erosão**. 2021. Disponível em: <https://www.concretecanvas.com/pt-br/>. Acesso em: março de 2021.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. 3. reimpr. São Paulo: Atlas, 2006.

MAIA NETO, Francisco. **A sustentabilidade na construção civil**. 2011. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=23&Cod=590>. Acesso em: abril de 2021.

NBR 11682 - **Estabilidade de encostas**. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAu8IAG/nbr-11682-estabilidade-encostas>. Acesso em: abril de 2021.

SOEIRO, Newton Sure. **Desenvolvimento de painéis acústicos, confeccionados a partir de fibras de coco, para controle acústico de recintos**. Universidade Federal do Pará. Centro Tecnológico. Departamento de Engenharia Mecânica. Belém, 2004. Disponível em: <http://engeplas.com.br/Relatorio%20Final%20Futec%20%20Fibra%20de%20Coco.pdf>. Acesso em: abril de 2021.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 9 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A

### ARTIGO PUBLICADO

## SISTEMA DE CONTENÇÃO CONCRETE CANVAS: UM ESTUDO DE CASO

Fábio Rocha Miranda<sup>1</sup>  
Felipe Sampaio Guimarães<sup>1</sup>  
José Gustavo de Rezende<sup>1</sup>

### RESUMO

O Concrete Canvas é uma manta flexível composta por uma mistura de concreto seca envolta por uma matriz de fibras tridimensional de superfície fibrosa. Em sua versão impermeabilizante, este sistema conta ainda com uma membrana de PVC fixada em um dos lados da manta, garantindo assim, que o material seja totalmente à prova d'água. O objetivo geral desta pesquisa é fazer uma análise da eficiência do sistema de contenção Concrete Canvas no desvio do rio no percurso tomado pelos rejeitos decorrentes do rompimento da barragem em Brumadinho. Diante dos conceitos propostos, o presente estudo pode ser classificado como predominantemente qualitativo, pois busca fazer uma análise da eficiência do sistema de contenção Concrete Canvas no desvio do rio no percurso tomado pelos rejeitos decorrentes do rompimento da barragem em Brumadinho. Assim, conclui-se que, é de total relevância para a empresa aqui analisada a utilização do CC no ambiente em questão, levando em consideração a sua fácil aplicação, durabilidade e equilíbrio com o meio ambiente. A empresa aqui analisada busca ir além das medidas ambientais legais, que mantém programas que visam à redução do consumo de recursos naturais e ao apoio a iniciativas de preservação ambiental. Deseja implantar ações preventivas, e caso necessário, adotar medidas mitigadoras para assegurar um convívio harmônico entre suas atividades e a qualidade de vida de seus colaboradores.

**Palavras-chave:** Concrete canvas. Sistema de contenção. Manta flexível. Mistura de concreto.

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Engenharia Civil. E-mail: fabiorocha52@gmail.com

<sup>1</sup> Aluno do curso de Engenharia Civil. E-mail: felipesampaioguimaraes@gmail.com

<sup>1</sup> Aluno do curso de Engenharia Civil. E-mail: josegustavorezende@gmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

O Concrete Canvas é uma manta flexível composta por uma mistura de concreto seca envolta por uma matriz de fibras tridimensional de superfície fibrosa. Em sua versão impermeabilizante, este sistema conta ainda com uma membrana de PVC fixada em um dos lados da manta, garantindo assim, que o material seja totalmente à prova d'água. Diferentemente de outros materiais disponíveis no mercado, o Concrete Canvas não necessita da adição de aditivos na obra, apenas de hidratação com água, por pulverização ou por imersão total em água, conforme diretrizes de instalação. Após o processo de hidratação e cura da manta, as fibras presentes no sistema reforçam o concreto, impedindo a propagação de trincas ou ruptura por falha plástica (CONCRETE CANVAS, 2021).

O Concrete Canvas passou por testes que tem por base a Norma Inglesa BS EN 12467/2004 que visam avaliar os efeitos da degradação ambiental em placas de fibra cimento e apresentou o mais alto nível de resistência ao tempo (Categoria A). Logo, o material pode ser submetido as mais diversas condições climáticas, tanto ao calor intenso quanto a forte geada, resistindo às deformações e apresentando uma expectativa de vida de no mínimo 50 anos.

O material é produzido no Reino Unido utilizando máquinas projetadas pela própria Concrete Canvas. Para distribuição no Brasil, o produto é importado e seu valor é convertido de Libras para Reais, sendo fornecido em rolos a granel paletizados ou rolos em lotes portáteis. O material pode ser fornecido ainda em três diferentes espessuras, são elas: CC5 (5mm), CC8 (8mm) e CC13 (13mm) (CONCRETE CANVAS, 2021).

Assim, o objetivo geral desta pesquisa é fazer uma análise da eficiência do sistema de contenção Concrete Canvas no desvio do rio no percurso tomado pelos rejeitos decorrentes do rompimento da barragem em Brumadinho.

O objetivo geral deste estudo é fazer uma análise da eficiência do sistema de contenção Concrete Canvas no desvio do rio no percurso tomado pelos rejeitos decorrentes do rompimento da barragem em Brumadinho. Já os objetivos específicos são: fazer uma análise sobre a segurança da aplicação da manta de concreto flexível do Concrete Canvas; entender a importância da validade de duração do CC; analisar a viabilidade da utilização do CC no ambiente analisado.

O presente estudo se mostra relevante como produção acadêmica, pois abre frentes para discussões importantes dentro da engenharia civil com referência a utilização do sistema de contenção Concrete Canvas e sua eficiência. Os possíveis resultados que serão obtidos ao término da presente pesquisa podem vir a comprovar os efeitos positivos da utilização desse sistema, conseqüentemente, estendendo-se a sociedade e ao meio empresarial, uma vez comprovada a sua viabilidade.

No ambiente empresarial, esta pesquisa poderá ser consultada como referência para um melhor entendimento desse sistema de contenção, pois permitirá maior entendimento no que diz respeito ao a sua utilização e também engenharia civil. Para o ambiente acadêmico, proporcionará conhecimentos sobre questões ambientais, processos e métodos de implantação referente a tal sistema.

Na área de Engenharia de Civil, a importância do tema se mostra na necessidade de estudos mais específicos para ampliação da aplicação do sistema Concrete Canvas nesse tipo de ambiente analisado que foi tão degradado pelos rejeitos da destruição da barragem em Brumadinho.

No que diz respeito aos processos e técnicas em engenharia civil, o presente estudo proporcionará mais base para orientar o melhor caminho a ser traçado estrategicamente, propondo soluções aos possíveis problemas desse tipo de sistema objetivando minimizar os impactos, advindos das transformações do ambiente analisado nesta pesquisa, gerados pelas atividades humanas.

Acredita-se também que a presente pesquisa seja relevante também para a comunidade/sociedade, visto a importância da preservação ambiental e os benefícios que esse sistema pode proporcionar frente a reconstrução do ambiente degradado em questão.

Um sistema de contenção eficaz pode ajudar a gerenciar, medir e melhorar os aspectos ambientais de suas operações, levando a uma conformidade mais eficiente com os requisitos ambientais obrigatórios (leis) e voluntários. Diante disso, o presente estudo mostra-se interessado em buscar informações relativas a eficiência do sistema de contenção Concrete Canvas no desvio do rio no percurso tomado pelos rejeitos decorrentes do rompimento da barragem em Brumadinho. Assim, pode-se aqui utilizar como questão norteadora a seguinte: Qual a eficiência do



sistema de contenção Concrete Canvas no desvio do rio no percurso tomado pelos rejeitos decorrentes do rompimento da barragem em Brumadinho?

A metodologia utilizada neste estudo foi a pesquisa aplicada, visto que, foi utilizada para aplicar numa situação específica por meio dos conhecimentos construídos, resolvendo os problemas contidos neste estudo, ou seja, tem a finalidade prática dentro da empresa aqui analisada. A pesquisa aplicada foi utilizada neste estudo visto ser necessário a utilização de materiais fornecidos pela empresa aqui analisada para um maior entendimento da atual situação da utilização do Concrete Canvas no ambiente aqui analisado.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 Concrete Canvas**

O Concrete Canvas é um geossintético flexível e preenchido com concreto que fornece uma camada fina e durável de concreto quando hidratado. Normalmente, ele é instalado 10 vezes mais rápido do que as soluções de concreto convencionais: essencialmente, é concreto em rolo (CONCRETE CANVAS, 2021).

Distribuído no Brasil com exclusividade pela SPI – Engenharia & Representações, o Concrete Canvas (CC) é uma tecnologia que inova a maneira de trabalhar com o concreto. Trata-se de um cimento flexível em forma de manta que pode ser moldado de diferentes maneiras. Pode ser utilizado em obras de infraestrutura e construções em geral, assim como em aplicações de *design* (CONCRETE CANVAS, 2021).

O geotêxtil chega pronto com a mistura, sendo composto por uma matriz de fibras tridimensionais e uma fórmula especial de concreto para mistura seca. Permite o uso do concreto com perdas mínimas, dispensando assim os tradicionais processos de betonagem (CONCRETE CANVAS, 2021).

Basta posicioná-lo da maneira desejada e hidratá-lo com água. Após isso, o elemento estará curado na aparência de uma fina camada de concreto, totalmente impermeável e à prova de fogo. Outro diferencial em relação ao concreto comum é que o Concrete Canvas (CC) não apresenta problemas no caso de adição de muita água, pois pode ser utilizado até mesmo em aplicações submersas. É, também, resistente a compostos químicos (CONCRETE CANVAS, 2021).

- Propriedades técnicas

- Espessuras: 5 mm (CC5), 8 mm (CC8) e 13 mm (CC13)
- Rolos: grandes ou pequenos (podem ser carregados). CC5 = 200 m<sup>2</sup> ou 10 m<sup>2</sup> | CC8 = 125 m<sup>2</sup> ou 5 m<sup>2</sup> | CC13 = 80 m<sup>2</sup>

**Figura 1:** Concrete Canvas



**Fonte:** Concrete Canvas (2021).

O Concrete Canvas pode ser utilizado para (CONCRETE CANVAS, 2021):

- Objetos e elementos de decoração (cadeiras, bancos e mesas)
- Acabamento para valas
- Controle de erosão em encostas
- Canais, taludes, diques e zonas de escoamento
- Acabamento em piso
- Paredes de ventilação em minas
- Proteção para tubulações
- Proteção de gabiões
- Remendos de betão
- Proteção contra enchentes
- Acabamento para aquedutos (transporte de água)

Assim, o Concrete Canvas combina a tecnologia de tecidos impregnados de concreto com a membrana de alta impermeabilidade e quimicamente resistente na sua parte inferior. A geomembrana proporciona um revestimento de alto desempenho, com uma junta testável para aplicações de impermeabilização. O

revestimento incorpora uma tira de alta visibilidade permitindo soldar as juntas termicamente com canal de ar duplo para testes no local. A manta de concreto flexível endurece na hidratação, para fornecer proteção a geomembrana diante da punção, abrasão, intempéries e degradação ultravioleta. Esta superfície dura de concreto reforçado efetivamente remove a necessidade de concreto tradicional, terra ou material agregado na parte superior normalmente exigida com sistemas de revestimento convencionais (CONCRETE CANVAS, 2021).

### **3. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

#### **3.1 A segurança da aplicação da manta de concreto flexível do Concrete Canvas**

O Concrete Canvas® faz parte de uma nova e revolucionária classe de materiais de construção chamada Mantas Geossintéticas de Cimento Composto (GCCMs). É um tecido flexível impregnado de concreto, que endurece com a hidratação e forma uma camada de concreto fina, durável, à prova d'água e de fogo..O material pode ser hidratado por pulverização ou com sua imersão na água.depois de curado, as fibras reforçam o concreto, evitam a propagação de fissuras e proporcionam um modo de falha plástico seguro.

O CC é uma matriz de fibras tridimensional, que contém uma mistura de cimento seco, adicionada a um reforço de PVC em uma de suas superfícies, garantindo que o material seja totalmente à prova d'água. Está disponível em 3 espessuras: CC5TM, CC8TM e CC13TM, com espessuras de 5, 8 e 13 mm, respectivamente. Pode ser comercializado em rolos à granel ou rolos portáteis, os quais facilitam as aplicações com acesso limitado.

**Figura 2:** A chegada do CC no pátio da empresa



**Fonte:** Os autores (2021).

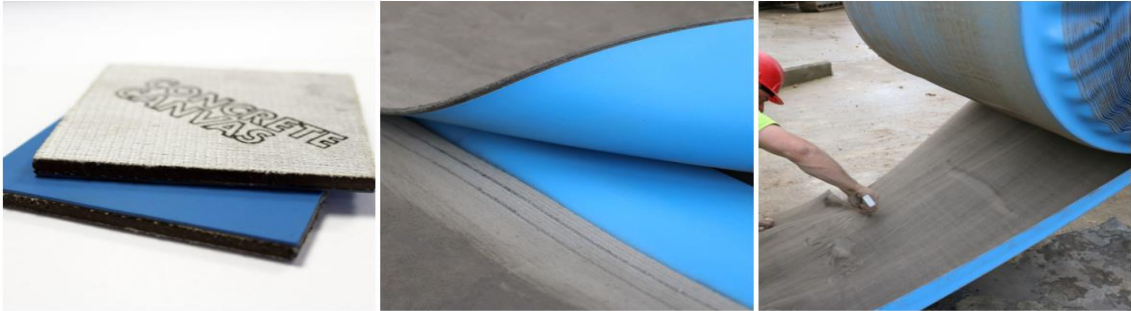
Algumas das vantagens da utilização do CC é que pode ser instalado a uma taxa de 200 m<sup>2</sup>/hora, até 10 vezes mais rápido que as soluções de concreto convencionais. A rapidez e facilidade de instalação tornam o Concrete Canvas® GCCM mais econômico que o concreto convencional, com menos complexidade logística. Possui uma tecnologia de baixa massa e baixo carbono, que usa até 95% menos material que o concreto convencional em muitas aplicações. O reforço de PVC na parte inferior do CC assegura que o material tenha excelente impermeabilidade.

O reforço de fibra evita a fissuração, absorve a energia dos impactos e proporciona um modo de falha estável. O CC é duas vezes mais resistente à abrasão que o concreto OPC padrão, tem excelente resistência a produtos químicos, bom desempenho na intempérie e não degrada com os raios UV. Possui boas características de cobertura, se adapta perfeitamente ao contorno do solo e envolve a infraestrutura existente. Quando não curado pode ser cortado ou adaptado usando ferramentas manuais básicas.

O CC combina a tecnologia de tecido impregnado de concreto com um revestimento de geomembrana de alta impermeabilidade, reforçada e quimicamente resistente. A geomembrana proporciona um revestimento de alto desempenho, com junta testável, para garantir a qualidade em aplicações de contenção. Essa superfície com estrutura de concreto é eficiente e dispensa a necessidade de uma

cobertura superior de concreto, terra ou agregado, normalmente necessária com sistemas de revestimento convencionais.

**Figura 3:** Concrete Canvas



**Fonte:** Os autores (2021).

O revestimento incorpora uma tira de PVC com alta visibilidade, o que permite que a união térmica das juntas possa ser testada no local através do canal de ar de duas ou três vias. O tecido flexível impregnado de concreto endurece com a hidratação e proporciona uma proteção duradoura à geomembrana contra perfuração, abrasão, intempérie e degradação por raios UV. O CC está disponível em 2 espessuras: CCH5TM e CCH8TM (5 e 8 mm) para uso em uma grande variedade de aplicações de contenção.

**Figura 4:** A exposição do CC



**Fonte:** Os autores (2021).

O CC combina a impermeabilidade de um revestimento de contenção com a proteção da estrutura e a durabilidade do concreto, reduzindo o tempo de instalação e simplificando a logística. O CC não necessita de uma cobertura de proteção superior. Ele prescinde da necessidade de escavação adicional, do tratamento do material escavado contaminado e de ter que trazer caros materiais de preenchimento.

O CC pode ser instalado diretamente nos contornos existentes, sem perda da capacidade volumétrica em projetos de reforma, proporcionando importante economia de tempo e dinheiro. O CC acaba de maneira eficaz com vegetação, eliminando os gastos com a manutenção constante de sistemas cobertos com terra. Ele reduz também os gastos do fim da vida útil associados ao tratamento de qualquer cobertura superior contaminada. O CC tem excelente impermeabilidade e apresentou uma condutividade hidráulica superior a  $1 \times 10^{-12}$  m/s.

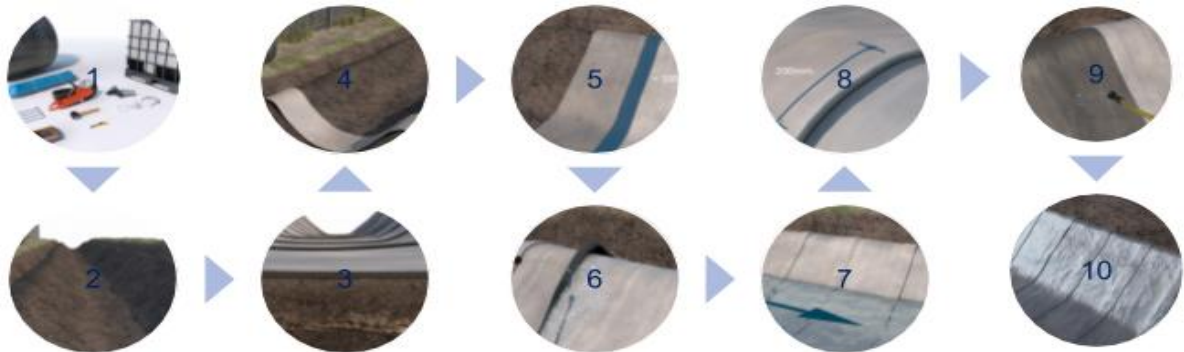
**Figura 5:** Teste



**Fonte:** Os autores (2021).

O material deve ser mantido em sua embalagem fechada, especialmente em tempo chuvoso, para que o processo de hidratação não seja iniciado. No momento da aplicação, a embalagem deve ser aberta e a manta desenrolada com seu lado impermeável para baixo. A manta deve ser fixada no solo com grampos distanciados a cada 2 mts para aplicações longitudinais, em ambos os lados. Deve-se ainda fixar a manta nas juntas (com parafusos ou com cola especial) e fixar estacas nos cantos de sobreposição entre cada rolo.



**Figura 6:** Aplicação do CC

Fonte: Os autores (2021).

O CC tem uma superfície com estrutura de concreto, que protege o revestimento de geomembrana contra perfurações, abrasão, intempérie, animais escavadores e degradação por raios UV. O CC comprovou ter uma excelente resistência a uma grande variedade de reagentes químicos, incluindo hidrocarbonetos, lodo digerido e lixiviados ácidos.

### 3.2 A importância da validade de duração do CC

Observa-se a importância da validade de duração do CC, visto que, com o desenvolvimento de novos produtos e meios para solucionar problemas na utilização de concreto, acredita-se que a utilização do CC além de ser viável no ponto de vista financeiro, também é relevante na eficiência e na duração do produto. Com isso, a cada dia que passa o CC é mais utilizado em todos os tipos de empreendimentos.

As principais propriedades do CC são (CONCRETE CANVAS, 2021):

- **Impermeabilidade à água:** Semelhante a estanqueidade demonstrada pela argila, o CC apresenta  $k=1 \times 10^{-8}$  m/s (coeficiente de permeabilidade);
- **Durabilidade:** O CC tem uma vida útil mínima de 50 anos, isto representa o dobro de durabilidade contra abrasão apresentada pelos Cimentos Portland Comuns;
- **Baixo impacto ambiental:** Redução de até 50% na emissão de CO<sub>2</sub> e gerando uma considerável redução quanto ao desperdício em obra;
- **Resistência ao fogo:** Excelente desempenho à altas temperaturas, atingindo o Euroclass B (classificação BS EM 13501);

- **Resistência química:** Excelente resistência à ataques químicos e agentes agressivos como: sulfatos, cloretos, água do mar, esgotos, óleos etc.

O tecido é resistente à ataques químicos e climáticos, um isolante térmico e impermeável, e de fácil aplicação, podendo ser moldado de diversas formas. Sua durabilidade é de aproximadamente cinquenta anos, e é pouco propenso a rachaduras, graças às suas finas e flexíveis fibras de polipropileno. Sua instalação dispensa preparações de grande porte no local e simboliza uma grande economia de tempo, por ter uma aplicação 20 vezes mais rápida que a dos demais, e também economia de materiais, que é de 90%. Por ser impermeável, o material é ideal para revestir encostas, valas de drenagem, bacias de contenção, entre outros (CONCRETE CANVAS, 2021).

A durabilidade do CC é de aproximadamente 50 anos, o que o torna viável economicamente e na eficiência da sua utilização. O CC utilizado para uma ampla gama de aplicações de controle de erosão e eliminação de vegetação, possibilitando a construção com concreto com uma instalação mínima e treinamento especializado. Normalmente, ele é instalado dez vezes mais rápido do que as soluções convencionais, essencialmente é concreto em rolo, ou seja, simplesmente desenrola e apenas adiciona água no produto, tornando-o de fácil utilização e de grande viabilidade.

### **3.3 A viabilidade da utilização do CC no ambiente analisado**

O CC pode ser posicionado de várias maneiras. Mesmo assim, ele irá copiar a forma do fundo sobre o qual foi aplicado. Depois de umedecido com água, salgada ou doce, permanecerá flexível por duas horas, mas endurecerá rapidamente em menos de vinte e quatro; e curará no período de quarenta e oito, com 40Mpa ou 400kgf/cm<sup>2</sup>, ou seja, resistência a esforço de compressão. Não apresentará nenhum tipo de problema mesmo com adição de água em demasiada, já que foi projetado para ser utilizado inclusive em estruturas submersas (CONCRETE CANVAS, 2021).

Caso seja necessário unir as camadas, pode-se fazer a fixação das juntas com pregos, grampos, adesivos selantes, argamassa de concreto ou outros métodos mecânicos ou não mecânicos. Em dias mais quentes, deve-se regar o material por umas quatro vezes, até completar as primeiras dez horas de cura. Já se a temperatura ambiente estiver muito baixa, deve-se utilizar água morna, para uma



melhor hidratação do material; e também cobri-lo com lona plástica, para garantir que o processo seja concluído no tempo correto. Depois disso, não há a necessidade de manutenções regulares. Para demolir o material endurecido é preciso a ajuda de equipamentos. E para descartá-lo no lixo, devem-se seguir os mesmos procedimentos utilizados com resíduos de concreto convencional.

O ambiente analisado foi revestido com o CC sobre o perímetro e selado através de um processo de soldagem térmica automática ao longo de cada junta. Na aplicação para revestimento do ambiente é necessário apenas aplicar no local e fixar. Recomendado para impermeabilização e recuperação de canais com grandes percursos com uma redução de até 90% do tempo da obra se comparado com as vias convencionais de concreto. Resistência a tração 6.7kN/m na longitudinal e 3.4kN/m na transversal e suporte de fluxo de até 11.0 m/s.

Dessa forma, pode-se aqui observar que, a utilização do CC no ambiente analisado em Brumadinho com a finalidade de desvio do fluxo das águas além de importante é viável, pois com a utilização desse produto é eficiente e eficaz, visto a sua durabilidade e fácil aplicação.

#### **4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A política ideal para qualquer empresa é aquela com a capacidade de introduzir as diversas dimensões da vida humana em sociedade, o que inclui as suas dimensões sociais, ambientais, políticas e econômicas, pois somente assim poderá fornecer as bases sólidas para um modelo de desenvolvimento sócio-econômico e humano que preserve a qualidade de vida no planeta.

Pode-se observar neste estudo a preocupação da empresa analisada na utilização do produto CC para a viabilidade eficiente do mesmo do desvio do curso do rio afetado pelo desabamento da barragem em Brumadinho. O produto se mostrou eficaz e seguro, como também de longa durabilidade, fatores relevantes para a utilização do mesmo.

Assim, conclui-se que, é de total relevância para a empresa aqui analisada a utilização do CC no ambiente em questão, levando em consideração a sua fácil aplicação, durabilidade e equilíbrio com o meio ambiente. A empresa aqui analisada busca ir além das medidas ambientais legais, que mantém programas que visam à redução do consumo de recursos naturais e ao apoio a iniciativas de preservação ambiental. Deseja implantar ações preventivas, e caso necessário, adotar medidas

mitigadoras para assegurar um convívio harmônico entre suas atividades e a qualidade de vida de seus colaboradores.

Recomenda-se que, futuros estudos sejam realizados para a cada dia buscar mais estudos sobre o tema aqui abordado, visto o baixo número de pesquisas que abordam a presente temática. Assim, pode-se afirmar que existe espaço para futuras pesquisas, e que as mesmas busquem solucionar possíveis dúvidas sobre o CC.

Apesar da grande preocupação com o atendimento à legislação ambiental e à manutenção da imagem das empresas, os resultados apresentados foram satisfatórios, pois a utilização do CC demonstrou a preocupação da empresa analisada e a adoção de tecnologias que visam maximizar o auxílio das mesmas no dia a dia da construção civil.

## **REFERÊNCIAS**

CONCRETE CANVAS. **Concrete canvas**: controle e contenção de erosão. 2021. Disponível em: <https://www.concretcanvas.com/pt-br/>. Acesso em: março de 2021.