



Simulação de Análise Preliminar de Riscos em Métodos de Minimização do Consumo de Água em Canteiros de Obra

CISNEIROS Ana Paula Baumgarten¹, VAZQUEZ Elaine Garrido²

¹Pós-graduanda em Planejamento Gestão e Controle de Obras Civas, NPPG/POLI/UFRJ

²Professora e engenheira civil, Departamento de Construção Civil, UFRJ

Informações do Artigo

Histórico:

Recebimento: 01/09/2018

Revisão: 15/09/2018

Aprovação: 22/09/2018

Palavras-chave:

Consumo de água

Canteiro de obra

Análise Preliminar de Risco

Resumo:

Identificando mundialmente a disponibilidade cada vez mais restrita de recursos naturais, em destaque aos recursos hídricos, onde apenas 2,5% da água do mundo é classificada como água doce e destas apenas 0,3% de mais fácil acesso, estando em rios e lagos, a preocupação com a sustentabilidade e o uso racional deste recurso na indústria da construção civil, faz-se necessária. A água é utilizada em quase todos os serviços em um canteiro de obras, sendo sua demanda relacionada tanto ao consumo próprio dos trabalhadores, como na composição dos materiais e ferramenta em atividades e serviços. Este trabalho avalia através de uma simulação de Análise Preliminar de Risco (APR), a partir de um contexto genérico e de forma individual, possíveis métodos para redução do consumo de água em canteiros de obra.

1. Introdução

O processo de produção de construção civil no Brasil teve seu auge na década de 40, com o domínio brasileiro da técnica do concreto armado. Porém o setor ainda se depara com processos realizados de forma artesanal, ignorando técnicas que tiveram êxito nos demais setores industriais [1] *apud* [2].

Deste modo, o consumo e desperdício de água no processo tem se tornado um assunto abordado nos conceitos de construções sustentáveis, que são definidas por Lanting como construções que reduzem os impactos ambientais causados pelos processos construtivos. Evidenciando que as práticas de sustentabilidade devem ser iniciadas em um canteiro sustentável, com uso racional da água

e escolha de materiais e recursos que possibilitem este fim, uma vez que, segundo dados emitidos pela Sinduscon (Eletrobras) a construção civil é responsável pelo uso de 21% do consumo total de água no país [3].

Em canteiros de obra a demanda de água está relacionada ao consumo dos trabalhadores, dos materiais, atividades e serviços.

Quanto ao processo da construção e materiais aplicados, são ressaltados procedimentos [4] capazes de reduzir o consumo de recursos hídricos, como incentivar a industrialização e pré-fabricação de produtos e sistemas construtivos, onde o consumo tem maior controle, deixando apenas a montagem para o momento de execução da obra, tornando-as obras secas, e a análise do aproveitamento de águas de chuva

em atividades de produção no canteiro, observando sua relação com materiais ditos tradicionais.

O canteiro de obra é considerado um ambiente onde ocorrem processos adaptáveis, sendo assim, muito oportuno para a aplicação de ações de melhorias, já que é neste ambiente e nas etapas que o envolvem que estão implicados os principais recursos financeiros e humanos da indústria da construção civil [5] *apud* [6].

Desta forma, o presente artigo apresenta uma análise preliminar de riscos – APR, como uma simulação, uma vez que sua identificação de riscos será elaborada de forma restrita, pelos próprios autores, tendo o grau de severidade e de frequência também estimados pelos mesmos, sendo considerado um contexto genérico.

Os riscos analisados foram estabelecidos a partir de ações de minimização de consumo de água em canteiros de obra apontados em literatura disponível, através das pesquisas em [6] e [7], que abordam a identificação deste consumo por meio de estudos práticos.

2. Sustentabilidade na construção civil

O termo “desenvolvimento sustentável” foi definido pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento [8], por meio do Relatório “Nosso Futuro Comum”, como o “desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazer as suas próprias necessidades”.

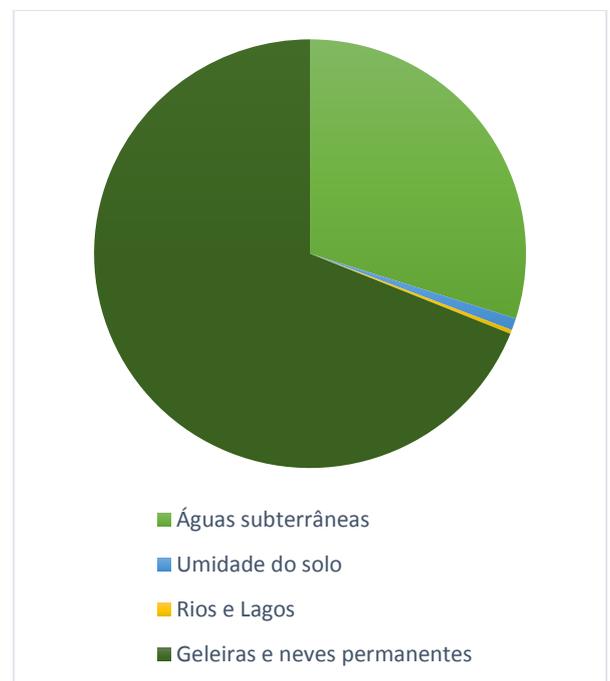
Desta forma, uma construção sustentável inclui a racionalização dos recursos naturais na construção do edifício, incluindo a reflexão sobre o consumo de água na construção, e propondo a redução do consumo deste recurso [7].

O Sindicato da Indústria da Construção Civil (Sinduscon-RS) por meio do Guia de Sustentabilidade na Construção Civil [9] *apud* [6] ressalta que alguns dos princípios básicos a serem implementados para uma construção

sustentável consistem em ações de redução e otimização do consumo de materiais e energia, redução dos resíduos gerados, redução do consumo de água, aproveitamento das condições naturais locais, preservação do ambiente natural e melhoria da qualidade do ambiente construído.

Atualmente estima-se que apenas 2.5% da água do mundo são águas doces, e ainda uma parcela significativa desse volume (68.9%) esteja em forma de geleiras e coberturas permanentes de neve nas regiões do Ártico e Antártida, e, do total restante, apresenta que 29,90% constituem as águas subterrâneas, 0,90% respondem pela umidade do solo e pela água dos pântanos e apenas 0,3% são relativas às águas doces contidas em rios e lagos, acessíveis para o consumo ilustrados no gráfico abaixo [10].

Gráfico 1 Distribuição de água doce (2,5% do total de água do planeta)



Fonte: Autor

É destacado, em [11], que, durante a execução de uma obra, é possível verificar os impactos causados pela construção civil no meio ambiente, conhecendo as intensidades

desses impactos, priorizando-os, e estes, assim, podem ser reduzidos ou eliminados por meio de medidas específicas.

2.1.Demanda por água na construção civil

Segundo exposto, em [7], a água não é vista e nem tratada como material de construção, tanto que nas composições de custos dos serviços de engenharia não se inclui o item água, mesmo que o custo com o consumo de água no edifício em construção represente 0,7% do custo total da obra, de acordo com a pesquisas realizada.

O tema, por exemplo, foi abordado de maneira superficial apenas no 76º Encontro Nacional da Indústria da Construção – ENIC, em outubro de 2004, e gerou um tímido capítulo no Manual de “Conservação e Reúso da Águas em edificações”, elaborado em cooperação com a ANA (Agência Nacional de Águas), FIESP (Federação das Indústrias do Estado de São Paulo) e SindusCon-SP (Sindicato da Indústria da Construção Civil). Não foi dado maior destaque ao tema, apesar do superintendente da ANA (Agência Nacional de Águas) ter afirmado no próprio evento, que a Construção Civil é uma das áreas que mais consome água, tanto no ato de construir como no uso das construções.

A construção civil tem um grande potencial consumidor de água, uma vez que, é usada em quase todos os serviços em um canteiro de obras, às vezes como componente, nos concretos e argamassas e na compactação dos aterros, e outras vezes como ferramenta, nos trabalhos de limpeza, resfriamento e cura do concreto [12].

O consumo de água na construção civil se dá de forma direta, nos materiais e nos processos, como na produção de concreto, remoção de poeira e serviços de corte, e de forma indireta com a água incorporada em todos os produtos. Apresentando assim elevado consumo de água para a execução das obras e fabricação de seus materiais [13] *apud*

[6]. Desta forma, podemos destacar como algumas das principais fontes consumidoras de recursos hídricos em canteiro de obra:

- As demandas essenciais dos funcionários do canteiro são preservadas de acordo com a legislação trabalhista através da Norma Regulamentadora 18 (NR-18), que se refere as “Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção” e estabelece que a oferta de água nos canteiros deve estar presente nos itens básicos como refeitórios, instalações hidrossanitárias e bebedouros [14]. Sendo estimado, em [15], que o consumo diário por operário não alojado chegue a 45 litros por dia, quando a refeição não é preparada na obra, e 65 litros quando é preparada no canteiro.

- A limpeza e conservação da obra, sendo a utilização de água imprescindível, pois alguns resíduos da construção, se não retirados adequadamente, podem danificar a superfície. Mesmo a poeira ou fuligem da obra devem ser retiradas, sendo geralmente as superfícies lavadas. A água também é utilizada na lavagem de pneus dos veículos, como dos caminhões de terra que saem da obra, na compactação de aterro, onde podem ser consumidos até 300 litros de água [12].

- Produção de materiais, como:

Concreto: sendo o consumo de água na execução de uma estrutura de concreto elevado, não pode ser desprezado. Segundo dados disponibilizados na literatura, a água consumida no traço do concreto dosado em obra, definido a partir da sua necessidade de desempenho, varia entre 195 à 214 litros/m³ [16] *apud* [17].

Tabela 1- Consumo de água na produção de concreto dosado na obra

F _{ck} (MPa)	Fator água x cimento (l/kg) (**)	Cimento (kg/m ³) (*)	Água (l/m ³)
10 (*) 03310.8.1.1	0,88	241	212,08
15 (*) 03310.8.1.3	0,79	280	221,20
18 (*) 03310.8.1.5	0,68	305	207,40

Fonte: Pessarello (2008)

(*) Conforme composições do livro TCPO

(**) Conforme livro Caderno de Encargos ficha E

Argamassas: a quantidade de água influencia na qualidade e desempenho final do material, devendo ser respeitada a sua indicação. De toda forma, o consumo de água em argamassa, quando analisado de forma geral, torna-se representativo.

Tabela 2 : Consumo de água na produção de argamassa industrializada

Uso	Marca	Embalagem (kg)	Quantidade de água recomendada na embalagem (*)	Litros de água por kilo (Litros/kg)
Assentamento de blocos	Quartzolit	20	3,0 a 3,4 litros	0,17
Assentamento de blocos	Votomassa	50	7,2 a 7,6 litros	0,15
Assentamento de peças cerâmicas	Quartzolit	20	4,6 litros podendo variar +- 5%	0,23
Assentamento de peças cerâmicas	Votomassa	20	4,1 a 4,3 litros	0,22
Chapisco	Votomassa			
Emboço	Quartzolit	30	3,0 a 3,4 litros	0,11
Reboco	Quartzolit	20	5,2 litros podendo variar +- 5%	0,26
Reboco	Votomassa	50	7,2 a 7,6 litros	0,15

Fonte : Pessarello (2008)

(*) Os dados foram obtidos através de consulta aos catálogos e embalagens dos produtos.

Tinta Látex: Tem sua composição à base de copolímeros de PVA e o consumo de água se dá pelo fato de as tintas látex serem diluídas em água antes da aplicação [18].

- Procedimentos, como:

Cura do concreto: é o processo de endurecimento do concreto, que o torna resistente e mais durável, quando bem realizada. Segundo orientação em [17], o

concreto deve ser mantido umedecido por diversos dias após a sua concretagem, pois a água é indispensável às reações químicas que ocorrem durante ao endurecimento do concreto, principalmente durante os primeiros dias. Devendo ocorrer de acordo com a NBR 6118 [19].

A cura do concreto pode ser feita de diferentes modos, sendo o mais comum a molhagem contínua das superfícies expostas do concreto com água. Porém também pode ser feita através da cobertura com tecidos de aniagem, mantidos saturados por água; da cobertura por camadas de serragem ou areia saturadas por água; de lonas plásticas ou papéis betumados impermeáveis, mantidos sobre superfícies expostas, devendo ser de cor clara para evitar o aquecimento do concreto e a subsequente retração térmica; ou mesmo por películas de cura química [7].

Tabela 3 : Consumo de água na cura do concreto

Tipo	Espessura (cm)	Água (l/m ²)
Molhagem de tecidos	2,0	0,02
Lâmina de água	5,0	0,05

Fonte: Pessarello (2008)

(*) dados empíricos (consulta às construtoras do Estudo Prático)

Testes de Impermeabilização: após a execução de uma impermeabilização é recomendado que seja efetuado um teste com lâmina d'água, com duração mínima de 72 horas, para verificação da real estanqueidade do sistema adotado [18]. O volume de água consumido em testes de impermeabilização vai depender do tipo de elemento a ser testado e a quantidade, podendo atingir volumes muito significativos.

O volume do consumo de água em canteiros de obra está diretamente relacionado aos métodos construtivos empregados, por exemplo, quanto maiores os vãos entre

pilares, menos quantidade de estruturas de concreto, e, sendo assim, menor o consumo de água; ou mesmo quanto mais superfícies a serem revestidas de cerâmica, maior o consumo de argamassa e, sendo assim, maior a quantidade de água utilizada.

De toda forma, este consumo de água também está relacionado ao contexto, como em dias de temperatura elevada o consumo de água dos funcionários é maior, e a anormalidades, como vazamentos das instalações hidráulicas do canteiro.

O volume máximo encontrado em [20] *apud* [6], através de 17 estudos práticos que foram realizados, foi de 20,1 m³/m² de área construída. Outro estudo prático [21], apresenta valores médios de consumo de água em canteiros de obra de 1 a 2m³/m² de área construída, ou seja, de 5% a 10% do valor total de água incorporada ao processo de construção de uma obra, levando em consideração o ciclo de vida das matérias-primas e dos serviços envolvidos para sua aplicação nas obras civis. Assim sendo, considerando a vida útil dos edifícios, nota-se que o volume de água requerida no processo principal de construção é pequeno, porém torna-se considerável quando pensado no volume total de edifícios construídos.

Também é apontado que a etapa de construção, corresponde por uma porção relevante dos impactos causados pela construção civil no meio ambiente, considerando-se o ciclo de vida de um empreendimento [11].

3. Possíveis ações mitigadoras de consumo de recursos hídricos

Conforme citado em [22], a indústria da construção civil é considerada uma grande consumidora de recursos hídricos, sendo estimado que o ambiente da construção é responsável por aproximadamente 20% do consumo global de água, mas que as construções “verdes” podem reduzir este consumo em 40%.

No Brasil, a norma do Sistema de Avaliação de Conformidade de Empresas de Serviços e Obras na Construção Civil [23] define como um dos indicadores de sustentabilidade dos canteiros de obra o indicador de consumo de água ao final da obra, sendo o volume, em metros cúbicos, de água potável consumida por metro quadrado de área construída. Sendo através deste controle que as construtoras podem traçar estratégias de redução de consumo de água, avaliando quais períodos do processo de construção são mais críticos para cada contexto e tipologia de obra.

3.1. Definição das ações mitigadoras abordadas

As pesquisas [6] e [7] com estudos práticos e medições referentes ao consumo de água na produção de obras de edifícios foram as bases para a definição das ações mitigadoras a serem analisadas neste estudo. Tais pesquisas analisaram diferentes tipologias de obra, com diferentes áreas, padrões e métodos construtivos.

Sendo observado nestas pesquisas a relevância para a minimização do consumo de recursos hídricos das seguintes características das obras:

- Edificações com menor quantidade de serviço de cerâmicas em geral, como porcelanatos e pastilhas, devido a áreas menores de banheiros, cozinhas, áreas de serviço, ou inexistência desta última.
- Edificações com redução na quantidade do serviço de instalações hidrossanitárias e elétricas.
- Edificações que empregam o uso de divisórias *steel frame*, como em gesso acartonado.
- Projetos com redução de compartimentação das unidades, com poucas ou nenhuma parede fazendo a separação dos ambientes.

- Projetos em que a estrutura (pilares, vigas e lajes) foi concebida apresentando vãos maiores e espaços mais livres, reduzindo assim o consumo de concreto e conseqüente redução de consumo de água e energia incorporados ao material.

- Edificações com fachadas com grandes aberturas com esquadrias e peles de vidro em substituição à vedação em alvenaria tradicional.

Essas características estabelecidas nos projetos das edificações ajudam a tornar o canteiro de obra uma linha de montagem, reduzindo a utilização de materiais no local e mitigando a geração de resíduos e o consumo de água e energia [6]. Além da revisão sistemática da necessidade do uso da água nos processos de limpeza buscando a otimização do consumo e do descarte e realização de checagens periódicas nas instalações provisórias [17].

Observou-se então que ambas pesquisas apresentam em comum três possíveis ações mitigadoras, sendo:

- Implantação de tecnologias economizadoras em pontos de uso dos funcionários atuantes no canteiro de obras, como torneiras com acionamento e desligamento automático e bacias sanitárias com sistema duplo de vazão na descarga.

- Utilização de concreto e argamassa fabricados por empresas terceirizadas especializadas em vez de fabricação *in loco* nas obras, como a biomassa.

- Utilização de águas de chuva como fonte de água alternativa para consumo em serviços de construção civil, como na limpeza do canteiro de obra ou para teste de estanqueidade.

A partir destas ações, desenvolve-se a identificação e análise dos riscos que envolvem a decisão de implementar cada ação em canteiros de obras, uma vez que estas

ações contribuem para a minimização do consumo de recursos hídricos.

3.1.1. Dispositivos economizadores de água em instalações para funcionários

Os equipamentos ou dispositivos economizadores têm como objetivo diminuir o consumo de água, melhorar o desempenho dos aparelhos sanitários numa edificação e fazer com que a ação dos usuários não tenha tanta influência na economia de água [24]. Atualmente no mercado nacional existem diversos fabricantes de equipamentos poupadores disponíveis.

Com o objetivo de fomentar pesquisas de dispositivos de baixo consumo de água, mediante parcerias de instituições públicas e empresas fabricantes de aparelhos e equipamentos sanitários, o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água- PNCDA, Programa desenvolvido pela Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República do Brasil, disponibiliza documentos técnicos, legislação sobre uso e conservação da água e informação sobre projetos piloto. O programa conta ainda com o apoio ao desenvolvimento institucional e de aprofundamento tecnológico [25] *apud* [26].

Dentre diversos equipamentos economizadores de água, estão as torneiras, nas quais o consumo varia conforme o tempo e a vazão do escoamento e que pode ser diminuído com alguns dispositivos, como a torneira hidromecânica, que funciona por meio de pressão manual, e seu fechamento é automático, devido à pressão hidráulica, da água escoando [27].

Figura 1: Funcionamento de torneira hidromecânica em três etapas:

- 1^a- acionamento por pressão manual;
- 2^a- escoamento da água;
- 3^a- fechamento por pressão hidráulica.



Fonte: Neto e Júlio (2014)

A fabricante nacional Deca, indústria do setor de louças e metais em funcionamento desde 1947, disponibiliza torneiras temporizadas por acionamento de pressão (Linha Decamatic) ou por sensor (Linha Decalux), indicando estes dispositivos principalmente para espaços públicos, onde o consumo individual pode ser maior do que o consumo em residências, e também pelo alto índice de usuários. Segundo a Deca, as torneiras temporizadas garantem uma economia de 70 a 85% de água [28].

Figura 2: Exemplo de torneira com fechamento automático por pressão hidráulica



**Torneira de parede
com fechamento
automático para
lavatório**

1172.C - Decamatic Eco

Fonte: Deca (2018)

Outro importante dispositivo com consumo significativo de água são as descargas para bacias sanitárias. Sendo o acionamento por válvula o mais utilizado no Brasil, onde a descarga ocorre através da

instalação desse dispositivo na parede ou na tampa da caixa acoplada, que libera o fluxo de água. Tendo se iniciado na década de 1980, através do Instituto de Pesquisas Tecnológicas- IPT- estudos para a criação de válvulas de descargas reduzidas, que passaram a consumir em torno de 6 litros por acionamento, enquanto que as convencionais utilizavam de 12 a 15 litros a cada acionamento [29] *apud* [30]. Tendo sua comercialização iniciada no Brasil em 1999, proporcionando uma redução no consumo de água e diminuindo significativamente a emissão de efluentes.

Há vários métodos com o objetivo de economizar água em bacias sanitárias, dentre eles a descarga dual, indicada para uso em espaços públicos, uma vez que disponibiliza dois volumes diferentes de água para descarga (normalmente 6 e 3 litros). Com esse dispositivo, o usuário se torna responsável pela escolha de qual nível de água será adequado, dependendo da quantidade de dejetos a serem escoados [27].

Figura 3: Sistema de descarga Dual, para instalação em qualquer modelo de caixa acoplada.



Fonte: Neto e Júlio (2014)

A fabricante Deca disponibiliza o sistema nomeado pela empresa de *Hydra Duo*, que possibilita utilizar a descarga de acordo com a necessidade: parcial ou total. A empresa informa que a economia com este sistema é de até 60% do volume de água, sem comprometer a eficiência da descarga.

Figura 4: Exemplo de válvula de descarga com sistema duplo de acionamento disponível no mercado nacional



Válvula de descarga

2545.C.114 - Hydra Duo

Fonte: Deca (2018)

3.1.2. Argamassa polimérica

O assentamento de blocos de alvenaria com argamassa polimérica é uma prática adotada desde meados de 1950 na construção civil [31], porém foi regulamentada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas- ABNT- apenas em março de 2017, através da NBR 16590 [32], que trata de compostos poliméricos para assentamento de alvenaria de vedação e especifica o padrão mínimo do material para garantir a qualidade, além de indicar as propriedades e informações que devem constar na embalagem do produto.

Os compostos poliméricos para assentamento de blocos de vedação são argamassas não cimentícias, fabricadas por meio de resinas sintéticas como epóxi, poliuretano, poliamina, cargas minerais e outros aditivos, dispensando a mistura de insumos, como areia e cimento, e eliminando o consumo de água neste processo *on-site*, tradicionalmente feito em canteiros de obras [31].

No Brasil, a empresa Biomassa do Brasil desenvolveu em laboratório por 2 anos a argamassa que leva o nome da empresa e que contabiliza atualmente mais de 5 milhões de

metro quadrados construídos, no Brasil e América Latina. A empresa informa que, no processo de fabricação não são emitidos CO₂ e utiliza-se apenas água de reuso, sendo assim todo o ciclo é sustentável. Além disso possui sistema patenteado de aplicação, onde a própria bisnaga, embalagem, é o aplicador.

Figura 5: Bisnaga de 3Kg de Biomassa-Argamassa Polimérica



Fonte: Biomassa do Brasil (2018)

A aplicação da argamassa polimérica é feita em feixes de 1cm, utilizando pequena quantidade de material e ainda assim garantindo o desempenho exigido pela norma [31].

Figura 6: Aplicação de Biomassa em dois feixes.



Fonte: Biomassa do Brasil (2018)
Em informações disponibilizadas no site da empresa [33], destaca-se que a bisnaga de

3Kg rende em média 2,00m² de parede construída de blocos cerâmicos, substituindo 60Kg da argamassa convencional, de cimento, areia e água, que seriam necessários para este rendimento.

Figura 7: Assentamento de blocos com argamassa polimérica em primeiro plano e com argamassa convencional em segundo plano.



Fonte: Biomassa do Brasil (2018)

Além disso o material tem notável desempenho sustentável, uma vez que reduz 95% do consumo de água para alvenaria, reduz o desperdício e perdas durante a aplicação reduz a quantidade de materiais na obra e possui baixa emissão de voláteis orgânicos.

3.1.3. Captação de águas de chuva para testes de impermeabilização

As normas brasileiras referentes aos testes de impermeabilização são NBR 9574: Execução de impermeabilização, que determina, em seu artigo 5.6 que após a execução da impermeabilização, seja rígida ou flexível, seja efetuado um teste de estanqueidade com água limpa, com duração mínima de 72h, para que se possa verificar possíveis falhas na execução da impermeabilização [34]; e a NBR 9575: Impermeabilização – Seleção e projeto [35].

Esta última ressalta os objetivos da impermeabilização em seu artigo 6.2 sendo: “evitar a passagem de fluidos e vapores nas construções pelas partes que requeiram estanqueidade, podendo ser integrados ou não

a outros sistemas construtivos, desde que observadas normas específicas de desempenho que proporcionem as mesmas condições de estanqueidade; proteger os elementos e componentes construtivos que estejam expostos ao intemperismo, contra a ação de agentes agressivos presentes na atmosfera; proteger o meio ambiente de agentes contaminantes por meio da utilização de sistemas de impermeabilização; possibilitar sempre que possível acesso à impermeabilização, com o mínimo de intervenção nos revestimentos sobrepostos a ela, de modo a ser evitada, tão logo sejam percebidas falhas do sistema impermeável, a degradação das estruturas e componentes construtivos.”

São destacados em [7], como resultados de sua pesquisa de campo, picos elevados de consumo de água em meses de testes de impermeabilização. O volume necessário para estes testes varia dependendo dos elementos a serem testados, como por exemplo, o consumo para teste em uma piscina é muito mais elevado do que para o piso de um banheiro, porém, em edificações costuma-se ter um número elevado de banheiros e demais áreas molhadas, que, somados, geram um volume significativo.

Dentre as práticas encontradas na literatura para redução do consumo de água nos canteiros, como tecnologias utilizadas para águas servidas em canteiros –prevendo sistema de escoamento correto para as águas negras e manutenção para o sistema de instalações de águas servidas, métodos de redução do consumo de água – prevendo a instalação de dispositivos, estratégias de conscientização, destaca-se a captação de água de chuva e cinza e consequente tratamento para reutilização no próprio canteiro, em atividades de limpeza ou em testes do sistema hidráulico e de impermeabilização [4].

Figura 8- Sistema de Captação de água de chuva pelo telhado nas instalações provisórias



Fonte: Zeule (2014)

Figura 9- Sistema para tratamento da água de chuva para reuso no próprio canteiro



Fonte: Zeule (2014)

4. Gerenciamento de riscos

Os riscos são eventos aleatórios que tem possibilidade de ocorrer e, se realmente ocorridos, podem ter um impacto negativo nos objetivos de determinada organização. Sendo compostos por três elementos: o cenário, a probabilidade de ocorrência e o tamanho do impacto caso ocorra. Os riscos com efeitos positivos são nomeados como oportunidade e levam em consideração os mesmos três elementos [37].

O gerenciamento de riscos surgiu após a segunda guerra mundial, quando os Estados Unidos começaram a estudar a possibilidade de redução de prêmios de seguros e a necessidade de proteção da empresa frente a riscos de acidentes ocasionavam esses tipos de perdas, que antigamente eram vistos como fatalidades e considerados obras do acaso [38].

No Brasil, em geral, as empresas de construção civil têm um nível de maturidade, no que diz respeito ao gerenciamento de riscos, muito baixo. Nestas empresas, os gestores tratam o gerenciamento de risco como oneroso e desnecessário, por descrença quanto a tentar gerenciar algo que é desconhecido e incerto, sendo apenas a área de segurança e saúde do trabalhador que se desenvolveu em relação ao gerenciamento de riscos [39] *apud* [40].

A identificação dos riscos é o primeiro passo de uma análise completa de riscos, através da qual os objetivos do tomador de decisão podem ser melhor definido. Nesta etapa o foco é voltado para listar os riscos, identificar suas causas e os efeitos para o projeto. As técnicas mais utilizadas são revisões da documentação; técnicas de obtenção de informações, como sessões de *brainstorming*, técnica Delphi, entrevistas, entre outras; *checklists*; análise de hipóteses; além de técnicas de diagramação, através de diagramas de causa e efeito, fluxogramas de sistemas e diagramas de influência, conforme [41] *apud* [40].

Para a análise de riscos existem diversas ferramentas que auxiliam os métodos a serem aplicados, tais como, a APR - Análise preliminar de riscos, a ser implementada neste estudo, a TIC - técnica de incidentes críticos, a SR - série de riscos, o WIF - *What if*, a AMFE - análise do modo de falha e efeitos, HAZOP - estudo de operabilidade e riscos, entre outras. Para o autor, tais análises, tem a função de proteger os seres humanos, seus recursos materiais e o meio ambiente através do gerenciamento de risco, ou seja,

identificando, analisando e avaliando os riscos existentes, para determinar de que modo serão tratados pela organização [38].

4.1. Análise Preliminar de Risco

A Análise Preliminar de Risco - APR é mais utilizada em novos sistemas, isto é, quando a experiência em riscos na operação é baixa, podendo ser aplicada na fase de projeto, de processo, produto ou sistema e consiste em uma análise inicial qualitativa, feita através de análises subjetivas, sem registros numéricos associados [42] *apud* [43] e é definida pelo PMI [44] como “processo de priorização dos riscos para análise ou ação adicional através da avaliação e combinação de sua probabilidade de ocorrência e impacto”.

Conforme os riscos sejam apontados, as etapas de identificação da causa, do efeito, da severidade, frequência e grau de risco, bem como as ações corretivas e preventivas devem ser descritas [43].

A partir desta análise, as ações devem ser priorizadas de acordo com a indicação do grau dos riscos na APR, desta forma, quanto mais prejudicial ou maior for o risco, mais rapidamente devem ser tratadas.

Geralmente as respostas para os riscos identificados e classificados se enquadram nas seguintes categorias [37]:

- Aceitar- porque qualquer ação pode ser custosa demais ou não haver nada que pode ser feito.
- Ampliar- deixar de investir em uma determinada ação de prevenção de risco muito onerosa e distribuir este aporte para outras ações.
- Coletar mais informações- para melhor entendimento do risco.
- Adicionar contingência- disponibilizar recursos financeiros e de prazos extras.
- Mitigar- envolve algumas técnicas que podem ser utilizadas em

conjunto para reduzir a probabilidade de risco, seu impacto, ou ambos.

- Compartilhar- com parceiros, fornecedores, clientes que podem lidar razoavelmente com o impacto.
- Transferir- transferir o risco para outra parte envolvida no projeto, normalmente através de penalidades previstas em contrato.
- Eliminar- fazendo o processo/produto de outra forma.
- Cancelando o projeto.

4.1.1. Definição do grau de frequência e severidade

A matriz de probabilidade x impacto é uma ferramenta bastante utilizada em modelos de análise qualitativa, sendo formada por dois eixos, o de probabilidade de ocorrência do risco e o de impacto ou severidade do mesmo [40].

É necessário que as categorias de frequência de ocorrência e de severidade para cada risco sejam definidas, de modo que se possa graduar cada risco encontrado. Porém, por ser esta categorização uma tarefa subjetiva a ser feita com cada avaliação de risco, podem apresentar grandes variações [38].

Para a elaboração da presente simulação, foi tomado como base as categorias definidas por Morgado [45] *apud* [38], conforme tabelas a seguir:

Tabela 4- Tabela de Avaliação de Frequências

Categoria	Denominação	Descrição
A	Extremamente remota	Conceitualmente possível, mas extremamente improvável de ocorrer durante a vida útil do processo/instalação
B	Remota	Não esperado ocorrer durante a vida útil do processo/instalação
C	Improvável	Pouco provável de ocorrer durante a vida útil do processo/instalação
D	Provável	Esperado ocorrer até uma vez durante a vida útil do processo/instalação
E	Frequente	Esperado ocorrer várias vezes durante a vida útil do processo/instalação

Fonte: Morgado (2000)

Tabela 5- Categorias de Severidade das Conseqüências

Categoria	Descrição	Características
I	Desprezível	Sem danos ou danos insignificantes aos equipamentos, à propriedade e/ou ao meio ambiente; Não ocorrem lesões/mortes de funcionários, de terceiros (Não funcionários) e/ou pessoas (indústrias e comunidade); o máximo que pode ocorrer são casos de primeiros socorros ou tratamento médico menor.
II	Marginal	Danos leves aos equipamentos, à propriedade e/ou ao meio ambiente (os danos materiais são controláveis e/ou de baixo custo de reparo); Lesões leves em funcionários, terceiros e/ou em pessoas
III	Crítica	Danos severos aos equipamentos, à propriedade e/ou ao meio ambiente; Lesões de gravidade moderada em funcionários, em terceiros e/ou em pessoas (probabilidade remota de morte de funcionários e/ou de terceiros); Exige ações corretivas imediatas para evitar seu desdobramento em catástrofe.
IV	Catastrófica	Danos irreparáveis aos equipamentos, à propriedade e/ou ao meio ambiente (reparação lenta ou impossível); Provoca mortes ou lesões graves em várias pessoas (em funcionários, em terceiros e/ou em pessoas).

Fonte: Morgado (2000)

A partir da categorização da frequência e da severidade das conseqüências dos riscos, é possível determinar a graduação de risco, fazendo o cruzamento de ambas informações, através da matriz de risco que possibilita ordenar cada risco encontrado na identificação de riscos [45] *apud* [38].

Tabela 6- Matriz de Risco
Frequência x Conseqüência

		Frequência				
		A	B	C	D	E
Conseqüência	IV	2	3	4	5	5
	III	1	2	3	4	5
	II	1	1	2	3	4
	I	1	1	1	2	3

Fonte: Morgado (2000)

Tabela 7- Gradação de Risco

Severidade	Frequência	Risco
I- Desprezível	A- Extremamente Remota	1- Desprezível
II- Marginal	B- Remota	2- Menor
III- Crítica	C- Improvável	3- Moderado
IV- Catastrófica	D- Provável	4- Sério
	E- Frequente	5- Crítico

Fonte: Morgado (2000)

4.2.APR Simulada para dispositivos economizadores de água em instalações para funcionário

A análise da tabela 8 em anexo identifica e classifica os riscos referentes à instalação de dispositivos economizadores de água, como torneiras e válvulas de descarga, nas instalações provisórias de funcionários. A análise preliminar de risco foi elaborada a partir da observação e experiência dos próprios autores considerando um contexto genérico de canteiros de obra da construção civil brasileira.

4.3.APR Simulada para Uso de Argamassa polimérica pré-fabricada-Biomassa

A análise da tabela 9 em anexo identifica e classifica os riscos referentes ao uso de argamassa polimérica para assentamento de blocos cerâmicos em alvenarias de vedação. A análise preliminar de risco foi elaborada a

partir da observação e experiência dos próprios autores considerando um contexto genérico de canteiros de obra da construção civil brasileira.

4.4.APR Simulada para Uso de Água da Chuva em Testes de Impermeabilização

A análise a seguir identifica e classifica os riscos referentes ao uso de águas de chuva captadas para testes de impermeabilização. A análise preliminar de risco foi elaborada a partir da observação e experiência dos próprios autores considerando um contexto genérico de canteiros de obra da construção civil brasileira.

5. Considerações finais

Considera-se o resultado deste estudo como simulações de análises preliminares de risco para três métodos de minimização do consumo de água em canteiros de obra, por ter como base um contexto genérico de obras e equipes, além de ser formulado de modo individual, pelos autores.

A partir das análises preliminares de risco apresentadas, observa-se que, para a aplicação dos métodos abordados, são apontados riscos de graus médios e baixos, de fácil controle. Sendo sempre possível mitigar os riscos apontados através de medidas corretivas ou preventivas. Porém ainda vale destacar que todas as ações de respostas aos riscos apontados estão sujeitas a gerar riscos secundários que devem ser observados pelos gestores e abordados em planos alternativos para os riscos que são identificados porém não eliminados.

Este estudo aborda os processos e materiais de consumo direto na planta de produção de edifícios, ou seja, em canteiros de obra (*on-site*), porém é importante ressaltar que o consumo indireto (*off-site* e incorporados nos materiais pré-fabricados) não pode ser desprezado em projetos e

execução de edificações com preocupações ambientais.

A gestão e controle do consumo de água no setor de construção civil, no caso estudado especificamente em canteiros de obra, possibilita uma maior eficiência no uso de recursos hídricos, podendo gerar economia financeira e colaborando com outra abordagem para preocupações ambientais das organizações, envolvendo o desenvolvimento de projetos racionais, otimização das instalações provisórias, uso de tecnologia e materiais economizadores, equipe de inspeção e controle de consumo e desperdício de água e ainda o desenvolvimento de uma consciência e preocupação ecológica nos próprios colaboradores.

Indica-se que as análises preliminares de risco aqui apresentadas sejam incorporadas por organizações que executam obras de construção civil, sendo revistas pelos analistas de riscos com base no contexto específico de cada canteiro de obra e de características da própria obra.

Uma análise preliminar de risco bem desenvolvida auxilia a organização a reagir de forma eficiente e coesa em situações onde o caos, e assim os desperdícios e prejuízos-ambientais, financeiros e de saúde, poderiam predominar.

6. Referências

[1] Cesar, L. A., História geral do Brasil: o contexto histórico e contemporâneo. São Paulo: Sciplone, 1999.

[2] Costa, Wilson J. V.; Teixeira, Dioniregis Gonçalves et al. Processos produtivos na construção civil: otimização do processo de reboco de fachada em edificação. XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Disponível em <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_tn_sto_195_101_25756.pdf>, acesso em: maio 2018.

[3] Vazquez, Elaine Garrido, Gestão da Sustentabilidade na Construção Civil, disponível em <<http://www.nppg.org.br/portaldoaluno/mod/older/view.php?id=2093>>, acesso em: maio 2018.

[4] Serra, Sheyla Mara Baptista et al. Tecnologia para canteiro de obras sustentável [recurso eletrônico], São Carlos. FINEP, 2017.

[5] Souza, Ubiraci E. Lemes. Projeto e Implantação do Canteiro, 1ª edição, São Paulo, O Nome da Rosa Editora, 2000.

[6] Marques, Cristian T.; Gomes, Bárbara M. F.; Brandli, Luciana, Consumo de água e energia em canteiro de obra: um estudo de caso do diagnóstico a ações visando a sustentabilidade. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 79-90, out-dez 2017.

[7] Pessarello, Regiane Grigoli. Estudo exploratório quanto ao consumo de água na produção de obras de edifícios: avaliação e fatores influenciadores. 2008. 111 f. Monografia (MBA em Tecnologia e Gestão Na Produção De edifícios) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

[8] Organização Das Nações Unidas - Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento; Nosso futuro Comum. 2ª Edição, Rio de Janeiro, Editora Fundação Getúlio Vargas, 1991.

[9] Sindicato da Indústria da Construção e Mobiliário do Rio Grande Do Sul. Guia de Sustentabilidade na Construção Civil no Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.sinduscon-rs.com.br/wp-content/uploads/2013/06/Cartilha_Sustentabilidade_WEB.pdf>. Acesso em: setembro 2016.

[10] Comissão Internacional De Grandes Barragens. As Barragens e a Água do Mundo, org. Miguel Augusto Zydan Sória, trad. S/S Ltda, 2008.

[11] Cardoso, F. F.; Araujo, V. M. Canteiros de Obras. In: Projeto- Tecnologias para Construção Habitacional Mais Sustentável: estado da arte. São Paulo: Edusp, 2006.

[12] Neto, Antônio Filho; Água como Material de Construção. Cuiabá. Disponível em <http://www.creamt.org.br/palavra_profissional.asp?id=20>. Acesso em: agosto de 2018.

[13] Waterwise. International Water Association Efficient. 2017. Disponível em: <<http://www.waterwise.org.uk>>. Acesso em: março 2017.

[14] Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora 18 (NR-18): Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção. 2015. Brasília-DF. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-18-condicoes-e-meio-ambientede-trabalho-na-industria-da-construcao>>. Acesso em: maio 2018.

[15] Silva, Amado Gabriel; Dicas para o orçamentista – Estimativa de consumo de água. Disponível em <http://www.engwhere.com.br/engenharia/dicas_orcamentista.htm>. Acesso em: agosto 2018.

[16] Barboza, Marcos R.; Bastos, Paulo Sérgio. Traços de concreto para obras de pequeno porte. Concreto e Construção, v. 36, p. 32-36, 2008.

[17] Silva, Robson R.; Violin, Ronan Y. T., Gestão de Água em Canteiros de Obras de

Construção Civil. VIII Encontro Internacional de Produção Científica. Ed. Cesumar. Maringá, 2013.

[18] Yazigi, Walid; A Técnica de Edificar, 6ª Edição, Editora Pini, São Paulo, 2004.

[19] Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, ABNT, 2003.

[20] McCormack, M. et al. Modelling Direct and Indirect Water Requirements of Construction. *Building Research & Information*, v. 35, n. 2, p. 156-162, 2007.

[21] Bardhan, S. Assessment of Water Resource Consumption in Building Construction in India. *Ecosystems and Sustainable Development VIII*, v. 144, p. 93-102, 2011.

[22] El-Hameed, Ahmed K. A.; Mansour, Yasser. M.; Faggal, Ahmed A., *Issues on Water Efficiency of Building Construction in the Green Pyramid Rating System of Egypt: a Review*, Ain Shams University, Cairo, 2017.

[23] BRASIL. Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil - SiAC. 2012. Disponível em <<http://pbqp-h.cidades.gov.br/download.php?doc=fb9ee536-56b0-4cf1-a6d0-eade79e84f81&ext=.pdf&cd=2435>>. Acesso em: agosto 2018.

[24] Gonçalves, R. F. O Uso Racional da Água em Edificações. Projeto PROSAB, Rio de Janeiro: ABES, 2006.

[25] Silva, G. S. Programas permanentes de uso racional da água em Campi Universitários: Programa de uso racional da água da Universidade de São Paulo. 2005. 482 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Escola Politécnica, Universidade de São

Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/td-e-12042005-102420/publico/GISELESANCHES.pdf>. Acesso em: agosto 2018.

[26] Lombardi, Lucas R., Dispositivos Poupadores de Água em um Sistema Predial: Análise da Viabilidade Técnico-Econômica de Implementação no Instituto de Pesquisas Hidráulicas. UFRGS. Porto Alegre, 2012.

[27] Neto, Rubens F. A. Julio, Marcelo. Estudo de técnicas sustentáveis para racionalização do uso de água em edificações com enfoque na demanda. [s.l.]: Revista de Engenharia e Tecnologia, 2014.

[28] Deca. Metais sanitários poupadores de água. São Paulo. Disponível em: <<http://www.deca.com.br/>>. Acesso em: agosto 2018.

[29] Heller, Léo. Pádua, Valter L. Abastecimento de água para consumo humano. Editora UFMG. Belo Horizonte, 2006.

[30] Marins, Natália, Moura, Daniel A., Análise da Utilização de Equipamento Economizador na Promoção do Uso Racional de Água em Prédio Público. VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Porto Alegre, 2015.

[31] Bonafé, Gabriel. ABNT regulamenta uso de compostos poliméricos para assentamento de alvenaria. Disponível em <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/abnt-regulamenta-uso-de-compostos-polimericos-para-assentamento-de-alvenaria_15759_10> Acesso em: agosto 2018

[32] Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 16590-1: composto polimérico para assentamento de alvenaria de vedação: parte 1: requisitos. Rio de Janeiro, ABNT, 2017.

[33] Biomassa do Brasil. Disponível em <<http://www.biomassadobrasil.com.br/producao/biomassa-assentamento-de-blocos/>> Acesso em: agosto 2018

[34] Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 9574: Execução de Impermeabilização. Rio de Janeiro, ABNT, 2008.

[35] Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 9575: Impermeabilização – Seleção e Projeto. Rio de Janeiro, ABNT, 2010.

[36] ZEULE, L.O. Práticas e Avaliação da Sustentabilidade nos canteiros de obras, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.

[37] Vose, D., Risk Analysis – A Quantitative Guide. 2ª edição. John Wiley e Sons, Nova Iorque, 2001.

[38] Melo, Carlos H.; Gueiros Jr., João Marcus S.; Morgado, Cláudia R. V., Avaliação de Riscos para Priorização do Plano de Segurança. Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Niterói, 2002.

[39] Almeida, Jônatas Araújo De; Mota, Caroline Maria de Miranda. Proposta de gerenciamento de riscos simplificado para empresas de construção civil. In: Encontro Nacional de Engenharia De Produção. Rio de Janeiro, 2008.

[40] Reis, Marcone F; Santos, Marcos; Lima, Angélica Rodrigues. Aplicação da APR (Análise Preliminar de Risco) no gerenciamento de uma obra em uma plataforma offshore. SIEF – Semana Internacional das Engenharias e Economia da FAHOR. Rio de Janeiro, 2018.

[41] Coutinho, Mariana Rodrigues; Veiga Filho, Álvaro de Lima. Gerenciamento Integrado de Riscos de Projetos. Rio de Janeiro, 2010.

[42] Pizzatto, G. S. Análise Preliminar de Riscos em uma indústria de Artefatos de Cimento, nas etapas referentes à execução dos elementos pré-moldados. Cuiabá, 2012.

[43] Bavaresco, Carlos R. Análise Preliminar de Riscos em uma Estação de Tratamento de Água - Estudo de Caso. Unisul. Florianópolis, 2018.

[44] PMI. PMBOK. Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos. Guia PMBOK 5ª edição. EUA: Project Management Institute, 2013.

[45] Morgado, C.R.V; Gerência de riscos. SEGRAC – Núcleo de Pesquisa em Engenharia de Segurança, Gerenciamento de Riscos e Acessibilidade na UFRJ. Rio de Janeiro, 2000.

7. Anexos

Tabela 8 – Instalação de dispositivos economizadores de água

ANÁLISE DE APR						
PROCEDIMENTO: DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES EM TORNEIRAS E VÁLVULAS DE DESCARGA NAS INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS PARA MÃO DE OBRA DO CANTEIRO						
RISCO	CAUSA	EFEITO	FREQ.	SEVER.	GRAU DE RISCO	MEDIDAS CORRETIVAS OU PREVENTIVAS
1- Subtração dos equipamentos	Usurpação dos equipamentos instalados	Vazamento de água; Elevação do custo das instalações provisórias	D	I	2	Treino da equipe de mão de obra com ênfase no correto manuseio do produto, na sustentabilidade e meio-ambiente; Compra de itens com dispositivos economizadores anti-vandalismo
2- Fragilidade dos equipamentos	Quebra dos dispositivos economizadores ou dos equipamentos	Vazamento de água; prejuízo físico aos usuários; Elevação do custo das instalações provisórias	C	II	2	Treino da equipe de mão de obra com ênfase no correto manuseio do produto, na sustentabilidade e meio-ambiente; Compra de itens com dispositivos economizadores anti-vandalismo
3- Desperdício de água	Acionamento incorreto/contínuo das torneiras e acionamento duplo das válvulas de descarga	Excesso de vazão de água	D	II	3	Treino da equipe de mão de obra com ênfase no correto manuseio do produto, na sustentabilidade e meio-ambiente
4- Custo elevado	Itens com maior tecnologia do que os tradicionais, com maior custo unitário	Aumento primário no orçamento da obra	D	I	2	Economia de água; Reutilização dos itens em diversas instalações provisórias de canteiros de obra ao longo de sua vida útil

5-Mão de Obra capacitada para instalação	Instalação errada causada desperdício de material até a inutilidade do sistema	Desempenho reduzido do sistema	B	III	2	Treinamento da equipe de mão de obra com ênfase na correta instalação dos equipamentos.
6-Falta de manutenção do sistema	Falta de acompanhamento	Despedício e vazamentos	A	I	2	Criar um controle mensal para a verificação de todo o sistema, checando assim o possível vazamento ou desperdício.

Fonte: Autor

Tabela 9 – Uso de argamassa polimérica para assentamento de blocos cerâmicos

ANÁLISE DE APR						
PROCEDIMENTO: UTILIZAÇÃO DE ARGAMASSA POLIMÉRICA PRÉ-FABRICADA PARA ASSENTAMENTO DE BLOCOS (BIOMASSA)						
RISCO	CAUSA	EFEITO	FREQ.	SEVER.	GRAU DE RISCO	MEDIDAS CORRETIVAS OU PREVENTIVAS
1- Blocos fora de prumo	Assentamento desalinhado dos blocos sem possibilidade de correção na espessura da argamassa; Blocos sem certificação (fora de prumo e esquadro)	Alvenarias desalinhadas; Acabamento de baixo padrão; Excesso de argamassa de revestimento para correção da alvenaria; Retrabalho; Elevação do custo do m ² de alvenaria	D	I	2	Treinamento da equipe de mão de obra com ênfase na importância de manter nível e prumo da alvenaria; Adquirir blocos de alvenaria certificados, com as dimensões estabelecidas em norma
2- Excesso de material descartado	Armazenamento e descarte inadequado das bsnagas de embalagem	Contaminação do solo e do meio ambiente em aterro sanitário inadequado	C	III	3	Disponibilização de local específico e adequado para armazenamento das embalagens usadas para posterior destinação adequada a estação de reciclagem.

3- Desperdício de material	Aplicação incorreta do material por despreparo da mão de obra	Geração de resíduos excessivos; Elevação do custo do m ² de alvenaria	C	II	2	Treino da equipe de mão de obra com ênfase no correto manuseio do produto, na sustentabilidade e meio-ambiente
4- Custo alto	Material manufaturado de custo maior às argamassas convencionais	Aumento primário no orçamento da obra	D	II	3	Treino da mão de obra com ênfase na rapidez de execução do m ² de alvenaria, buscando reduzir prazos, e assim, os custos da obra
5- Fragilidade da alvenaria	Aplicação insuficiente do material por despreparo da mão de obra	Desmoronamento da alvenaria construída; Danos físicos por queda dos blocos; Fissuras e trincas; Retrabalho; Elevação do m ² de alvenaria	B	III	2	Treino da equipe de mão de obra com ênfase no correto manuseio do produto, na sustentabilidade e meio-ambiente
6-Falta de uso de equipamento de proteção	Intoxicação; Materiais particulados em contato com os olhos	Irritação nas vias aéreas; Irritação ocular	B	I	2	Uso de máscara respiratória para poeiras; Quando houver materiais particulados no ar uso de óculos de proteção; Observar se consta o número do Certificado de Aprovação.

Fonte: Autor

Tabela 10 – Uso de águas de chuva captadas para testes de impermeabilização

ANÁLISE DE APR						
PROCEDIMENTO: UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVAS EM TESTES DE IMPERMEABILIZAÇÃO						
RISCO	CAUSA	EFEITO	FREQ.	SEVER.	GRAU DE RISCO	MEDIDAS CORRETIVAS OU PREVENTIVAS
1- Dificuldade na captação de água de chuva	Período de seca; Instalações insuficientes	Necessidade do uso de água potável e paga para os testes de estanqueidade	C	I	1	Ampliação das calhas de recolhimento de água da chuva nas instalações provisórias
2- Dificuldade de deslocamento da água captada até os locais de testes	Água captada é armazenada no nível do solo; local de armazenamento sem possibilidade de deslocamento	Necessidade do uso de água potável e paga para os testes de estanqueidade	D	I	2	Treinamento da equipe de mão de obra com ênfase na sustentabilidade e meio-ambiente; Armazenamento da água captada em bombona plástica reciclada vedada
3- Sujeira na água captada	Resíduos presentes nas coberturas de captação são escoados junto com a água	Necessidade do uso de água potável e paga para os testes de estanqueidade	D	I	2	Período de decantação da água captada antes de ser armazenada em bombonas plásticas recicladas vedadas

Fonte: Autor