Diretrizes para Novas Políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação para Canteiro de Obras de Baixo Impacto Ambiental

Natasha Ilse Rotbucher Thomas

Dayana Bastos Costa

Maria Sacramento Oliveira Guimarães

Clarice Menezes Degani

1. Introdução

Apesar da importância, no Brasil, há uma carência de conhecimento sobre as necessidades prioritárias para a implementação de canteiros de obra de baixo impacto ambiental. Dessa forma, ainda permanecem sem resposta satisfatória inúmeros questionamentos, tais como: o que é preciso fazer para ter canteiros de obras mais produtivos? Quais são os intervenientes na implementação das práticas? Quais as necessidades de pesquisas, de capacitação e de políticas para o incentivo e a indução por parte da indústria da construção com o apoio do governo para se realizar esse tipo de empreendimento?

Nesse sentido, este capítulo tem como objetivo contribuir com a formulação de novas políticas de ciência, tecnologia e inovação para canteiros de obra de baixo

impacto ambiental e com melhores condições de trabalho, apresentando indutores estratégicos que possam contribuir para a sustentabilidade nos canteiros de obra.

A formulação dessas diretrizes para novas políticas de ciência, tecnologia e inovação para canteiros de obra de baixo impacto considerou o levantamento das necessidades prioritárias de pesquisa e solução tecnológica nesse sentido, bem como as respectivas carências e dificuldades de implementação, apresentadas no Capítulo 1 deste livro.

Para sistematizar o processo de formulação das novas políticas, criou-se uma planilha com o intuito de definir um plano de ação para cada uma das práticas identificadas no Capítulo 1, com base no levantamento e entrevistas realizadas (colunas 1 e 2), conforme Quadro 1.

Em seguida, a primeira e a segunda coluna da planilha foi preenchida por pesquisadores da Universidade de São Paulo e da Universidade Federal da Bahia. A terceira coluna, denominada “como”, foi deixada em branco para ser preenchida com as opiniões dos pesquisadores a respeito de soluções e de possibilidades capazes de influenciar as construtoras na adesão a cada diretriz. A quarta coluna, por sua vez, refere-se a “quem” ou “quais os intervenientes responsáveis” pela implementação ou realização do “como” em cada diretriz.

Foram estabelecidos os seguintes intervenientes:

- (1) Academias/Universidades;
- (2) Sindicatos/Associações;
- (3) Instituições Tecnológicas;
- (4) Indústrias;
- (5) Construtoras;
- (6) Órgãos Regulamentadores;
- (7) Instituições financiadoras).

A quinta coluna refere-se ao tempo destinado à adoção efetiva da diretriz, podendo ser de curto, médio ou longo prazo.

A partir destes resultados, buscou-se definir a forma de implementação das diretrizes, as quais foram classificadas de acordo com seis indutores estratégicos, conforme será discutido a seguir.

Quadro 1 – Planilha exemplo para a definição do plano de ação das práticas identificadas.

Tema Consumos				
Resultado da Survey	Resultado das Entrevistas	Painel dos Especialistas		
Diretrizes	Práticas já aplicadas retiradas das Entrevistas de Salvador.	Como Solucionar as Carências que dificultam a Adoção das Práticas?	Intervenientes Responsáveis	Prazo
Redução de perdas de materiais na execução dos serviços, no recebimento, no transporte interno, na estocagem e no manuseio de materiais no canteiro de obras	Controle de perdas (Uso de planilhas para controle de perdas atendendo a uma % tolerável estabelecida) entre outras soluções)	Elaboração de planos de gestão de resíduos	[x] Sindicatos / Associações [x] Construtoras	[x] Curto (0 a 1 ano)
		Desenvolver procedimentos gerenciais específicos para o controle de perdas (quantitativo orçado, material aplicado, resíduos gerados, etc.)	[x] Academias / Universidades [x] Construtoras	[x] Médio (1 a 3 anos)
		Inserir procedimento gerencial específico no SG da empresa para garantir que haja efetivo controle de perdas / percentual tolerável definido com a comunidade da construção	[x] Sindicatos / Associações [x] Construtoras	[x] Curto (0 a 1 ano)
		Treinamentos e cursos para os operários e setor responsável na obra	[x] Instituições Tecnológicas [x] Construtoras	[x] Curto (0 a 1 ano)
		Treinamentos e cursos para os engenheiros	[x] Academias / Universidades [x] Construtoras	[x] Curto (0 a 1 ano)
		Aproveitamento dos sistemas de gestão existentes nas empresas construtoras e extrapolá-los aos empreiteiros	[x] Academias / Universidades [x] Sindicatos / Associações [x] Construtoras	[x] Médio (1 a 3 anos)
		Estipular metas e regras nos contratos com terceirizados no que diz respeito à redução de perdas	[x] Academias / Universidades [x] Sindicatos / Associações [x] Construtoras	[x] Médio (1 a 3 anos)

2. Indutores Estratégicos

Foram identificados seis indutores estratégicos relevantes para a sustentabilidade dos canteiros de obra no Brasil.

O primeiro indutor estratégico são as **linhas de pesquisas** para o desenvolvimento de soluções tecnológicas nos quatro temas estudados (consumos, emissões, interfaces com o meio exterior e qualidade intrínseca), específicos para aplicação em canteiros de obra, incluindo-se a análise de custo dessas soluções.

O segundo indutor são as **políticas públicas e incentivos** para o desenvolvimento de materiais e tecnologias pelas indústrias de construção civil, visando à industrialização dos processos construtivos no Brasil, a partir da criação de subsídios técnicos para viabilizá-las, considerando o uso racional dos recursos, sejam eles energia, água ou materiais.

O terceiro indutor é o incentivo ao desenvolvimento de **projetos de canteiros de obra** que privilegiem melhores soluções de projetos e práticas gerenciais sustentáveis e que possam ser adotados nas instalações provisórias (arquitetura, elétrica, hidrossanitárias, contenções e demais complementares) em cada fase da construção, além de passarem por aprovação do órgão municipal responsável e efetiva fiscalização, a fim de garantir o cumprimento da legislação vigente sobre os diversos temas.

Os três últimos indutores estão associados à própria falta de conhecimento das equipes operacionais e gerenciais nos canteiros de obra, quais sejam: a **capacitação operacional na pauta das empresas construtoras, das políticas públicas e das entidades setoriais**; a **capacitação gerencial e tecnológica na pauta das políticas públicas e das entidades setoriais**; e os **fóruns para a integração da indústria da construção, academia e governo**.

Os itens a seguir detalham os indutores estratégicos que, em conjunto, compreendem a formação de uma nova política para a Ciência, Tecnologia e Inovação no que diz respeito a canteiros de obra de baixo impacto ambiental e com melhores condições de trabalho. Esses itens são abordados do ponto de vista de consumos, emissões, interfaces com o meio exterior e da qualidade intrínseca do canteiro de obra.

2.1 Linhas de Pesquisa

As linhas de pesquisa direcionam-se às universidades e aos centros tecnológicos e devem ser fomentadas por agências de pesquisa do governo ou pela própria indústria da construção civil. Essas ações têm um horizonte de aplicação de médio a longo prazo e dependem de financiamento e investimento da iniciativa privada.

Consumos:

- Avaliar a modulação de sistemas construtivos quanto ao custo, ao prazo de execução, à segurança do instalador, ao consumo de recursos na montagem e à emissão de resíduos (particulados, sólidos, gasosos e efluentes);
- Desenvolver tecnologias e procedimentos gerenciais específicos para o controle de perdas;
- Realizar estudos acerca da análise do ciclo de vida dos materiais, contribuindo para definir critérios para compra dos materiais, produtos e sistemas construtivos, a partir de fontes confiáveis e locais;
- Desenvolver sistema de avaliação dos fornecedores de materiais e produtos com baixo impacto ambiental, incentivando a formalização e conformidade em relação à Receita Federal, licença ambiental, responsabilidade social e normas técnicas;
- Desenvolver e aprimorar sistemas de instalações provisórias visando reduzir o consumo de água potável, de energia elétrica e gás, bem como dos equipamentos, sistema de iluminação e sistema de condicionamento de ar no canteiro de obras, avaliando as condições de uso e ocupação de cada tipo de dependência das instalações provisórias;
- Desenvolver métodos para a gestão, controle e redução do consumo de energia elétrica, água e gás nas atividades de produção no canteiro de obras;
- Investigar pertinência do aproveitamento de águas de chuva em atividades de produção no canteiro de obras.

Emissões:

- Desenvolver novos produtos e tecnologias para aproveitamento e descarte de resíduos classe C;
- Desenvolver métodos de descontaminação e soluções de descarte dos resíduos perigosos, como tintas, solventes, óleos, ou contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros (resíduos classe D);
- Desenvolver metodologia de identificação dos riscos, caracterização e monitoramento de emissões de materiais particulados, tanto pelo impacto na vizinhança quanto para o trabalhador;
- Desenvolver método para controle do nível do lençol freático, sistemas de captação e tratamento de efluentes (esgoto) e minimização de riscos decorrentes do sistema de drenagem no canteiro de obras.

Interfaces com o Meio Exterior:

- Desenvolver métodos e ferramentas para o controle das emissões de material particulado na vizinhança.

Qualidade Intrínseca do Canteiro de Obras:

- Desenvolver Sistema Nacional de Certificação dos equipamentos de proteção coletiva industrializados, como atualmente é realizado em equipamentos de proteção individual no canteiro de obras, além de aprimorar as Normas Regulamentadoras de Segurança existentes, incluindo memorial de cálculo dos equipamentos de proteção coletiva, proteções contra queda, etc.;
- Desenvolver soluções para proteções de equipamentos de movimentação de materiais, proteções contra choques elétricos e proteções em escavações;
- Desenvolver diretrizes para projetos de instalações provisórias, alinhando-as às soluções de projeto e práticas gerenciais que serão adotadas nas edificações e que podem ser aproveitadas nos projetos das instalações provisórias, visando à maior flexibilidade arquitetônica (layout), conforto térmico e acústico, iluminação, ventilação e qualidade de ar e à reutilização dos componentes e sistemas construtivos de instalação provisória em outros canteiros de obras.
- Desenvolver soluções de instalações provisórias industrializadas modulares em aço (contêineres), pré-fabricadas de concreto e placas cimentícias em sistemas de vedação como alternativa para as instalações tradicionais, com sistema de certificação quanto à segurança, à resistência estrutural e à segurança contra fogo.

2.2 Política e Incentivos Fiscais para o Desenvolvimento de Materiais e Tecnologias na Indústria da Construção

As políticas públicas com incentivos fiscais que facilitam o aporte de capitais e os subsídios governamentais oferecidos às empresas (comércio e indústria) para redução do preço final de seus produtos direcionam-se aos governos nas escalas federal, estadual e municipal e aos órgãos regulamentadores.

Esse indutor envolve ações de médio a longo prazo de aplicação, pois depende da atuação de diversos intervenientes, como governos, representantes da cadeia da construção, entre outros.

Consumos:

- Incentivar a industrialização e pré-fabricação de produtos, componentes e sistemas construtivos, bem como o uso de elementos pré-moldados, deixando apenas a montagem para o momento de execução da obra (obras secas);
- Incentivar a instalação de fábricas de materiais e produtos de construção (esquadrias, alumínio composto, elementos pré-fabricados, gesso acartonado, tintas, cimentos, vidros, cerâmica, porcelanato, entre outros) de forma descentralizada no país;
- Incentivar o desenvolvimento de novas soluções e kits de materiais para instalações elétrica, de água e gás, nas instalações provisórias e na edificação como um todo, visando reduzir o consumo de água potável, de energia elétrica e gás, além de sistemas de iluminação e sistema de condicionamento de ar no canteiro de obras;
- Criar subsídios para lâmpadas e equipamentos que comprovem uma redução no consumo de energia e água, e kits de instalações que sejam vinculados a certificados de qualidade, passando-se o desconto para o comprador do produto final;
- Incentivar a fabricação de equipamentos e ferramentas de produção de menor consumo de energia, água e gás;
- Criar subsídios financeiros para compra de máquinas, tais como equipamentos para proteções coletivas, retroescavadeiras, guias e outros equipamentos pesados;
- Incentivar o uso e desenvolvimento de soluções e fontes de geração de energia alternativa, que possam ser utilizadas durante a fase de execução no canteiro de obra com subsídios e incentivos fiscais;
- Incentivar o uso de BIM para o desenvolvimento de projetos e compatibilização dos mesmos.

Emissões:

- Desenvolver novos produtos e tecnologias para aproveitamento de resíduos classe C e D;
- Desenvolver alternativas para o descarte temporário dos resíduos que permitam a triagem e a não contaminação;
- Desenvolver opções de embalagens para armazenamento e descontaminação de resíduos perigosos, como tintas, solventes, óleos ou aqueles contaminados,

oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros (resíduos classe D);

- Criar subsídios para aquisição de equipamentos de aproveitamento e tratamento de resíduos, bem como de trituradores e dispositivos de gestão de resíduos, como estocagem e coleta especializada;
- Criar incentivos fiscais aos fabricantes para efetuar logística reversa;
- Incentivar a criação de centrais de reciclagem para recebimento e aproveitamento de resíduos;
- Desenvolver equipamentos e ferramentas com dispositivos contenedores ou com dispositivos que reduzam a emissão de poeiras;
- Criar incentivos fiscais para o controle das emissões de materiais particulados;
- Incentivar o uso de boas práticas para a redução das emissões de material particulado e o volume de ruído;
- Desenvolver tecnologias para tratamento de esgoto compactas para canteiros de obra.

Interfaces com o Meio Exterior:

- Incentivar o uso e desenvolvimento de equipamentos e ferramentas com dispositivos de atenuação de ruídos por meio de subsídios para aquisição de tais instrumentos;
- Incentivar o uso e desenvolvimento de equipamentos e ferramentas para o controle das emissões de material particulado na vizinhança.

Qualidade Intrínseca do Canteiro de Obras:

- Incentivar o desenvolvimento de novas soluções e o aprimoramento dos sistemas de proteções coletivas já existentes, incluindo aqueles contra quedas de pessoas em diferença de nível, contra choques elétricos, equipamentos de movimentação de materiais e em escavações com certificação;
- Incentivar a industrialização e desenvolvimento de componentes, produtos e sistemas construtivos de instalações provisórias (pré-fabricação) em canteiros de obra, que visam à redução no consumo de água, energia e recursos em geral e que possam ser reutilizados em outros canteiros de obras, promovendo maior flexibilidade desses abrigos e gerando melhorias na conectividade das instalações provisórias do canteiro de obras, com redes de água, tratamento dos efluentes, energia e comunicação;

- Incentivar o desenvolvimento e uso de soluções para industrialização de provisórias modulares em aço (contêineres), em madeira e seus derivados (OSB) e em concreto, atentando-se para uma maior segurança estrutural e quanto a incêndios. Proporcionar subsídios para aquisição dessas instalações.

2.3 Projetos de Canteiros de Obra com Baixo Impacto Ambiental

Esse é um indutor que orienta ações de curto prazo, porém a sua efetividade conta com o apoio de fiscalização e exigência de responsabilidade técnica na elaboração de projetos executivos para as instalações provisórias.

Consumos:

- Especificar equipamentos com baixo consumo energético e certificados PBE/ Procel Inmetro (lâmpadas, eletrodomésticos, eletroeletrônicos), adotar dispositivos de controle (sensores de presença e fotoelétricos) e buscar fontes alternativas (geotermia, eólica, solar térmica e solar fotovoltaica).

Emissões:

- Elaborar planos de gerenciamento de resíduos da construção civil mais detalhados do que o exigido pela resolução CONAMA 307. Utilizar na própria obra, efetivamente, os resíduos classe A gerados;
- Prever a gestão dos efluentes da obra, o tratamento do esgoto, os sistemas de aproveitamento de águas pluviais, o reuso de águas cinzas e das provenientes de sistemas de limpeza de rodas, betoneiras e bicas de caminhões de concreto;
- Desenvolver projeto que considere os impactos sonoros e a emissão de particulados das atividades de canteiro, incluindo planos de monitoramento e controle, levando em conta o detalhamento dos documentos PPRA e PCMAT e prevendo uma política de boa vizinhança.

Interfaces com o Meio Exterior:

- Analisar o entorno, mapeando a vizinhança e garantindo adequada definição de acessos de diferentes tipos de veículos na obra, estabelecendo os procedimentos e fixando as rotinas de carga e descarga, limpeza e conservação dos fechamentos e comunicação com vizinhos, por exemplo;
- Desenvolver projeto de sinalização interna e externa, considerando saúde ocupacional, segurança e aspectos ambientais (por exemplo, placas sinalizadoras de áreas preservadas, informações destinadas à vizinhança acerca de prazos e meios de contato com a obra, orientações de trânsito, dentre outros);

- Desenvolver plano de preservação e compensação da vegetação, além do exigido pela regulamentação, com medidas de isolamento e proteção, replantio local e em outras obras ou doação de mudas.

Qualidade Intrínseca do Canteiro de Obras:

- Considerar, nas instalações provisórias, o conforto térmico, a trajetória, a ventilação e iluminação naturais, a flexibilidade e reuso em outras obras, a qualidade do ar interno e soluções contra emissão de particulados, etc.;
- Desenvolver projeto de segurança coletiva e individual para o canteiro de obra;
- Desenvolver projeto de segurança contra incêndio;
- Desenvolver projeto logístico do canteiro de obra, considerando movimentação, estoque e descarga de materiais e resíduos, além da descrição de rotas até as transportadoras;
- Exigir ART para os projetistas das instalações provisórias;
- Exigir adequação ao Selo Azul ou a qualquer outro tipo de certificação para obras habitacionais financiadas pelo Governo.

2.4 Capacitação Operacional das Empresas Construtoras e das Entidades do Setor da Construção

Esse indutor foca no desenvolvimento de programas com intuito de reduzir a rotatividade e capacitar terceirizados, elevando a qualidade operacional e a formação técnica das equipes. O propósito da capacitação é aumentar a produtividade dos indivíduos em seus cargos, influenciando seus comportamentos. Nesse caso, também se torna importante a criação de políticas públicas que exijam a capacitação na realização de determinados serviços, indicando seu formato e o tempo de capacitação para cada função.

Consumos:

- Treinar a redução de perdas de materiais na execução dos serviços, no recebimento, no transporte interno, na estocagem e no manuseio, além da fidelidade aos projetos de paginação;
- Treinar quanto ao processo de aquisição de materiais e equipamentos e de contratação de serviços (critérios e políticas de compras, logística reversa, rotinas de inspeção, avaliação de fornecedores).

Emissões:

- Treinar as rotinas do plano de gerenciamento de resíduos da construção civil (PGRCC), assegurando a triagem na fonte e garantia da qualidade do resíduo;
- Treinar as rotinas de descontaminação, descarte e cuidados especiais com os resíduos perigosos como tintas, solventes, óleos ou aqueles contaminados, oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros (resíduos classe D);
- Treinar as rotinas de aproveitamento dos resíduos classe A no canteiro e de uso de agregados reciclados;
- Treinar as rotinas de monitoramento e minimização da emissão de particulados, inclusive indicando as responsabilidades das empreiteiras em contrato.

Interfaces com Meio Exterior:

- Treinar as rotinas de gestão de acessos e fluxos de pedestres, equipamentos, carga e descarga no canteiro de obras, boas práticas relacionadas aos impactos do canteiro nos fluxos do entorno, aspectos sanitários, de conforto e visuais, interferências do canteiro de obras no trânsito local e conservação das vias e calçadas para garantir acessibilidade;
- Treinar os procedimentos de prevenção e mitigação de processos erosivos e riscos de desmoronamento;
- Treinar e conscientizar a respeito dos incômodos sonoros, métodos de caracterização das atividades emissoras de ruídos e planos de atenuação.

Qualidade Intrínseca do Canteiro de Obras:

- Treinar e conscientizar a respeito do uso adequado dos equipamentos do canteiro;
- Treinar e conscientizar a respeito da importância de manter limpos os ambientes internos nas instalações provisórias;
- Treinar e conscientizar a respeito do uso de EPIs.

2.5 Capacitação Gerencial e Tecnológica das Entidades do Setor da Construção

O processo de capacitação gerencial e tecnológico deve ser compreendido como algo dinâmico e inserido nas estratégias das empresas quando se trata da decisão de desenvolver, adaptar ou adquirir tecnologia para atender à determinada demanda.

Consumos:

- Treinar a redução de perdas de materiais na execução dos serviços, no recebimento, no transporte interno, na estocagem e no manuseio, incluindo:
 - uso integrado do *Building Information Modeling* por escritórios de projeto;
 - coordenação modular definida no início do desenvolvimento do projeto, padronização de módulos entre sistemas, elementos e componentes, acordos entre projetistas e construtoras com seus fabricantes para fornecimento de tamanhos padronizados;
 - adoção de projetos de paginação incluídos nos contratos de projeto e entrega no executivo;
 - coordenação de projetos formal com garantia de qualidade e uso de engenharia a montante;
 - adoção de projetos executivos completos antes do início da obra, com planejamento para a produção e análises críticas indicadas em cronograma;
 - avaliação de sistemas inovadores quanto ao custo, ao prazo de execução, à segurança do instalador, ao consumo de recursos na montagem e à emissão de resíduos;
 - adoção de projetos das instalações provisórias nas diversas disciplinas e com memorial descritivo;
 - escopos de contrato pré-elaborados, com metas e regras claras a respeito de redução de perdas, por exemplo.
- Treinar os critérios de compra dos materiais, produtos e sistemas construtivos a partir de fontes confiáveis e locais que incluam informações sobre análise do ciclo de vida e propriedades, como o desempenho técnico:
 - seleção de fornecedores, considerando características de desempenho, desde as mais explícitas às mais específicas, entrando em análises de ciclo de vida mais consistentes;
 - declarações de análise de ciclo de vida;
 - especificações detalhadas de desempenho técnico, durabilidade, métodos de manutenção, patologias, vida útil mínima e outras características a indicar no memorial descritivo e a recolher os respectivos comprovantes, certificados e laudos.
- Treinar as soluções para reduzir o consumo de água potável, de energia elétrica e gás pelas instalações provisórias, bem como pelos equipamentos, sistemas de iluminação e condicionamento de ar. Treinar o aproveitamento das águas pluviais e das águas cinzas, assim como para rotinas de monitoramento e gestão dos consumos nas instalações provisórias e processos produtivos.

Emissões:

- Treinar a elaboração e implantação dos PGRCC, assegurando a triagem na fonte e garantia da qualidade dos resíduos, assim como as estratégias de minimização de resíduos e maximização do seu aproveitamento, incluindo:
 - inserção dessas estratégias em contrato com as empreiteiras;
 - controle da geração, quantificação, triagem, estocagem e descartes de resíduos, incluindo a logística reversa;
 - planos de armazenagem, incluindo a classificação dos resíduos, as possibilidades de aproveitamento e as opções de descarte;
 - métodos de aproveitamento e uso de resíduos no canteiro e utilização de agregados reciclados em substituição aos agregados naturais, dosagem e outras informações e normas técnicas;
 - métodos de descontaminação, soluções de tratamento e descarte de resíduos perigosos, como tintas, solventes, óleos ou aqueles contaminados, oriundos de demolições, reformas, reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros (classe D);
 - sinalização dos locais de aproveitamento e descarte, método de rastreamento.
- Treinar o controle do nível do lençol freático e sistemas de captação e tratamento de efluentes (esgoto), minimizando os riscos a partir do sistema de drenagem. Divulgar os métodos de controle do nível freático, dos sistemas de captação de efluentes e as estratégias de minimização de riscos e outras medidas gerenciais;
- Treinar os procedimentos para preservação de vegetação remanescente, incluindo:
 - novos conceitos de paisagismo com a adoção de espécies que demandem menor necessidade de adubagem, irrigação e poda; espécies menos invasivas; espécies não tóxicas e não alergênicas. Contribuições para redução das ilhas de calor, sombreamento de fachadas, dentre outros;
 - boas práticas na preservação de vegetação remanescente na forma de procedimentos operacionais a serem seguidos pela equipe própria e as empreiteiras.

Interfaces com Meio Exterior:

- Treinar a gestão de acessos e fluxos de pedestres, equipamentos, carga e descarga no canteiro de obras: fluxos, aspectos sanitários e de conforto, segurança, comunicação visual, política de boa vizinhança, transparência;
- Treinar a observação das interferências do canteiro no trânsito local e da conservação das vias e calçadas, garantindo acessibilidade: fluxos de pessoas e veículos, aspectos sanitários, de conforto e visuais;

- Treinar a observação dos processos erosivos e riscos de desmoronamento, incluindo projetos de canteiros contemplando contenções e memorial descritivo, além de medidas preventivas e de mitigação de processos erosivos e riscos de desmoronamento;
- Treinar a caracterização, monitoramento, minimização e controle das emissões de materiais particulados, a identificação dos riscos decorrentes dessas emissões provenientes das atividades de produção para a vizinhança e as boas práticas para a minimização dos danos inseridas nos procedimentos operacionais da própria equipe e das empreiteiras;
- Treinar a caracterização das atividades emissoras de ruídos e aplicação de planos de atenuação de incômodos sonoros: monitoramento e controle das atividades emissoras, locais adequados, planejamento de horário, previsão de ações de comunicação com a vizinhança (comunicados, reuniões, entrevistas), memoriais descritivos contemplando os níveis sonoros máximos a respeitar, sugestão de equipamentos e tecnologias menos ruidosas e com menos vibração;
- Treinar a efetiva comunicação com a vizinhança nas fases seguintes ao canteiro por meio da disponibilização de conteúdo informativo de qualidade projetada para o futuro uso da obra, operação e manutenção dos edifícios no momento de sua entrega e desenvolvimento dos manuais de entrega do empreendimento, a partir de investigação criteriosa da vizinhança e inspeção cautelosa das unidades.

Qualidade Intrínseca com o Canteiro de Obras:

- Treinar a respeito de proteção contra quedas de pessoas em diferença de nível, proteção em máquinas e equipamentos de movimentação de materiais e pessoas, proteção contra choques elétricos e proteção em escavações, com sensibilização quanto às vantagens custo-benefício do uso de equipamentos e máquinas de ponta, incluindo:
 - projeto de segurança para proteções coletivas, incluindo os materiais e dispositivos, prevendo o local das diversas fases e atividades, recomendações de manutenção e elaboração de projetos de comunicação visual orientativa e preventiva.
- Capacitar profissionalmente os funcionários e absorver a mão de obra local: treinamento integrado dos serviços (passo-a-passo do serviço a ser realizado) pela obra, cursos de Educação Ambiental e inclusão digital para os operários e comunidade.
- Treinar para a elaboração de projetos de canteiros de obra, incluindo os projetos complementares, memoriais de cálculos e memoriais descritivos para cada fase da obra, resgatando as diversas soluções de projeto e práticas gerenciais, no intuito de melhorar o conforto térmico e acústico, a iluminação, ventilação

e qualidade de ar, as condições de segurança do trabalho, saúde e higiene nos ambientes internos das instalações provisórias, a segurança estrutural, conectividade, condições de uso e operação, estanqueidade, manutenibilidade e posterior reutilização dos componentes e sistemas construtivos de instalação provisória em outros canteiros.

2.6 Fóruns para Integração da Indústria da Construção, Academia e Governo

A integração da pesquisa desenvolvida nas universidades com as demandas da indústria da construção civil contribui para uma engenharia mais sustentável. Assim, é preciso unir as necessidades do mercado com as pesquisas aplicadas, integrando a indústria da construção, a academia e o governo. A criação de fóruns pretende estabelecer um canal de diálogo entre esses atores.

Consumos:

- Definir as etapas de desenvolvimento do produto, uso de engenharia a montante (100% dos projetos prontos antes do início da obra), planejamento dos projetos para a produção e análises críticas inseridos no cronograma, aplicação da plataforma BIM;
- Criar um banco de dados de indicadores de perda de materiais por serviço: no recebimento, no transporte interno, na estocagem e no manuseio de materiais no canteiro de obra. Definir um percentual tolerável de perdas e avaliar os números alcançados. Discutir dificuldades e soluções e propor metas de melhoria;
- Esclarecer as tecnologias e divulgar seus custos e benefícios, incentivando a industrialização, pré-fabricação e pré-moldagem, o uso de maquinários de ponta, deixando apenas a montagem para o momento de execução da obra (conceito da obra seca), a fim de reduzir o emprego de mão de obra, induzir o mercado e aumentar a concorrência, fato que propicia os menores custos dos sistemas construtivos;
- Definir critérios para compra dos materiais, produtos e sistemas construtivos, a partir de fontes confiáveis e de locais que incluam informações sobre análise do ciclo de vida, desempenho técnico, certificações de qualidade, conformidade ao PSQ do PBPO-H, procedência dos materiais naturais, como a madeira, areia, gesso e pedras;
- Apoiar os sistemas de avaliação de fornecedores, incentivando a formalização e conformidade em relação à Receita Federal, licença ambiental, responsabilidade social e normas técnicas, além de promover a divulgação às construtoras e projetistas de informativos dos sites disponíveis para consulta de cadastros,

formalidades e desempenhos. Desenvolver campanha setorial sobre a legalização dos funcionários terceirizados;

- Aperfeiçoar as características das instalações provisórias e desenvolver mercado para melhores custos de kits, sistemas e dispositivos para que também sejam utilizados nas instalações provisórias e reaproveitados nas seguintes.

Emissões:

- Rever as responsabilidades dos agentes da cadeia produtiva e negociar acordos entre os diferentes setores industriais para garantir melhor gestão de resíduos no canteiro de obras. Identificar as possibilidades de logística reversa e atuar especificamente com cada agente, buscando alternativas tecnológicas, de gestão e de logística com o objetivo de reduzir perdas e maximizar o reaproveitamento dos materiais;
- Discutir a aplicação dos resíduos inertes no próprio canteiro e o uso dos agregados reciclados em substituição aos agregados naturais. Divulgar usos potenciais, métodos de descontaminação e soluções de descarte para os resíduos perigosos. Desenvolver parcerias com fornecedores, inclusive considerando suas embalagens.

Interfaces com Meio Exterior:

- Discutir a gestão de acessos e fluxos de pedestres, equipamentos, carga e descarga no canteiro de obras, processos erosivos e riscos de desmoronamento, controle do nível do lençol freático e sistemas de captação e tratamento de efluentes (esgoto) e minimização de riscos decorrentes do sistema de drenagem no canteiro de obras.

Qualidade Intrínseca do Canteiro de Obras:

- Discutir as técnicas de proteção contra quedas de pessoas em diferença de nível, equipamentos de movimentação de materiais, equipamentos de movimentação de pessoas, contra choques elétricos, contra desmoronamentos em escavações. Divulgar vantagens, custos e benefícios do uso de equipamentos e máquinas de ponta;
- Divulgar o apoio institucional de cada Estado e seus programas de capacitação profissional de funcionários e absorção da mão de obra local. Instigar o desenvolvimento de novos programas em parceria com a indústria e as instituições tecnológicas, inclusive considerando aspectos de segurança e saúde ocupacional;
- Compartilhar soluções de projetos de canteiros de obra, contemplando conforto térmico e acústico, iluminação, ventilação e qualidade de ar, sistemas

hidrossanitários e elétricos de baixo consumo, flexibilidade arquitetônica, possibilidade de reuso de componentes e sistemas construtivos, conectividade das instalações provisórias com redes de água, tratamento dos efluentes, energia e comunicação, tecnologias para instalações provisórias industrializadas e modulares, pré-fabricação, uso de kits.

3. Conclusões

Este documento apresentou as diretrizes para a formulação de novas políticas de ciência, tecnologia e inovação para canteiros de obra de baixo impacto ambiental e com melhores condições de trabalho.

Entende-se que a adoção de práticas e tecnologias para o desenvolvimento do canteiro de obras de baixo impacto exige compromisso de diversos intervenientes de setor, sejam eles as Academias/Universidades, os Sindicatos/Associações, as Instituições Tecnológicas, Indústrias, Construtoras, Órgãos Regulamentadores ou as Instituições financiadoras, com o estabelecimento de políticas públicas de incentivo e cobrança eficiente, metas progressivas e indicadores constantemente atualizados, formação de recursos humanos, desenvolvimento e adoção de inovações tecnológicas.

Espera-se que este trabalho ofereça subsídios para a definição de programas de fomento ao desenvolvimento científico e tecnológico na área de conhecimento de canteiros de obra com ênfase no seu baixo impacto ambiental e de melhores condições de trabalho, assim como no processo de tomada de decisão a respeito dos investimentos em inovação e gestão por parte de todas as empresas do setor da construção civil envolvidas.