VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
A inovação e o desafio do projeto na sociedade: A qualidade como alvo
Londrina, 17 a 19 de Novembro de 2021

1

METODOLOGIA PARA PRÉ-DIMENSIONAMENTO FÍSICO DE CANTEIROS DE OBRAS UTILIZANDO CURVA ABC[1]

METHODOLOGY FOR PHYSICAL PRE-DIMENSIONING OF CONSTRUCTION SITE USING ABC CURVE

ALBUQUERQUE, Hiago (1); ARAÚJO, Lissa (2); BASTOS, Roberta (3); CARVALHO, Michele (4)

(1) Universidade de Brasília, hiago.ribeiro@hotmail.com

(2) Universidade de Brasília, lissagomesaraujo@gmail.com

(3) Universidade de Brasília, robertab.o@hotmail.com

(4) Universidade de Brasília, micheletereza@gmail.com

RESUMO

A construção civil continuamente busca otimizar a fase de planejamento para diminuir perdas e retrabalhos nas etapas de execução e fiscalização da obra. Nesse contexto, o pré-dimensionamento dos canteiros de obra torna-se uma etapa essencial para determinar as necessidades de áreas físicas e custos adequados do projeto. Esta pesquisa objetiva propor uma metodologia para o dimensionamento estimado de um canteiro de obras por meio da Curva ABC de insumos. A Curva ABC fornece o número de horas totais de serviço necessárias para cumprimento das atividades previstas em orçamento, permitindo então o dimensionamento da mão de obra. Foi realizada a análise da curva em paralelo aos parâmetros dos cadernos técnicos do SINAPI e à Norma Regulamentadora nº 18, além do uso de ponderação que adequou as dimensões das áreas de vivência e operacionais para a realidade do número de operários. Concluiu-se que essas ferramentas conseguiram estimar metodicamente as áreas de canteiro, apesar da baixa quantidade de informação disponível sobre o projeto. Vestiários e banheiros demandaram o maior espaço dentre áreas de convivência, enquanto a central de armação foi a maior da área operacional. Espera-se que a pesquisa sirva como um viável instrumento para a fase de planejamento de obras.

Palavras-chave: *Pré-dimensionamento. Canteiro de obra. Curva ABC. Sinapi. NR-18.*

ABSTRACT

Civil construction continually seeks to optimize the planning phase to reduce losses and rework in the stages of execution and inspection. In this context, the preliminary measurement of construction sites becomes an essential step for project designers to be able to determine the needs of specialized areas and costs according to project specifications. This research proposes a methodology for the estimation of a construction site through the ABC Curve of project inputs. The ABC Curve provides the total hours of service required to fulfill the activities planned in the budget, thus allowing the sizing of workforce. The analysis of

[1] *ALBUQUERQUE, Hiago; ARAÚJO, Lissa; BASTOS, Roberta; CARVALHO, Michele. Metodologia para pré-dimensionamento físico de canteiro de obras utilizando curva ABC. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO, 7., 2021, Londrina.* ***Anais...*** *Londrina: PPU/UEL/UEM, 2021. p. 1-10. DOI https://doi.org/*10.29327/sbqp2021.438094

values provided by the curve was carried out together with the parameters exposed by SINAPI´s technical notebooks and by Regulatory Standard No.18, in addition to the use of coefficients that adapted the dimensions of areas to the reality of workers amount. The research found that these tools were able to estimate methodically each required sector, despite the scarce information available. It was observed that the locker's room and bathrooms required the largest space among living areas, while the scaffolding center was the largest in operational area. It is expected that this work will serve as a viable instrument for planning stages.

***Keywords**: Pre-dimensioning. Construction Site. ABC Curve. Sinapi. NR-18.*

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil busca constantemente oportunidades de melhoria e padronização, e a etapa de pré-dimensionamento físico e sua estimativa orçamentária é essencial em projetos de todos os portes. Assim, a partir dela, os profissionais conseguem avaliar as necessidades iniciais do projeto e determinar pontos críticos. Dentro dessa etapa, destaca-se a projeção estimada para canteiros de obras, que traz as dimensões físicas necessárias para o local.

Trabalhos como de Ferreira e Franco (1998), Maia e Souza (2003), Saurin e Formoso (2006) foram marcos ao trazer métodos matriciais para a concepção de canteiros de obra, levando em consideração critérios balizadores, como, por exemplo, duração do empreendimento, custos de implantação e tecnologias construtivas utilizadas. Foi pontuada a importância de encontrar fatores críticos do empreendimento e que devem ser considerados já no pré-lançamento do canteiro.

Sant´Anna Junior (2013), Costella *et al.* (2014) e Costa *et al.* (2017), por sua vez, avaliaram a importância da NR-18 (BRASIL, 2020) como elemento colaborador para o pré-dimensionamento de canteiros, normatizando assim, parâmetros de ergonomia, higiene e segurança do trabalho para os operários envolvidos. Os autores identificaram a baixa aplicação das recomendações da NR-18 em canteiros visitados e a necessidade de se criar fichas de verificação para identificar falhas e monitorar o grau de adequação desses espaços.

Pesquisas mais recentes, destacando-se Caldart (2017), Costa e Ferreira (2019), e Noberto et al. (2020) aplicaram o processo BIM como ferramenta de auxílio para a concepção de canteiros de obra, utilizando, assim, a integração entre os softwares *Revit, MS Project* e o *Navisworks.* Os pesquisadores determinaram que o BIM tem potencialidade notória para tornar a etapa de pré-dimensionamento mais precisa e objetiva. Entretanto, ainda há barreiras devido à falta de famílias parametrizadas dos elementos usados em canteiros e pela experiência limitada que parte dos profissionais da construção civil possuem com softwares BIM.

Outra ferramenta utilizada constantemente na indústria da construção civil e que também contribui para etapas de pré-dimensionamento é a Curva ABC de insumos e de serviços. Segundo Mattos (2020), as curvas, ao serem usadas em conjunto, têm utilidade de identificar os serviços e insumos que mais impactam o custo e a duração da obra e, consequentemente, permite que projetistas tenham estimativas mais precisas do volume de material e da quantidade de mão de obra que irá circular no canteiro ao longo do projeto. Em razão disso, essa ferramenta fornece dados que permitem, juntamente com parâmetros da NR-18 (BRASIL, 2020), determinar o lançamento das áreas operacionais e de vivência que o canteiro de obra deverá possuir, bem como as dimensões mínimas que garantirão o

atendimento de critérios tanto no âmbito de produtividade e economia quanto em aspectos ergonômicos.

Diante desse cenário, o presente artigo tem como objetivo a elaboração e aplicação de uma metodologia para o pré-dimensionamento físico de canteiros de obras de médio e grande porte a partir do uso de três instrumentos já conhecidos na indústria da construção civil: a Curva ABC de insumos; os cadernos técnicos do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI); e a Norma Regulamentadora Nº18. Dessa forma, essa pesquisa pretende contribuir com processos de planejamento de obras em que haja inviabilidade técnica e operacional para se realizar cálculos precisos, medições específicas *in loco* ou que tenham ausência de um cronograma de obra para o dimensionamento do respectivo canteiro.

2 METODOLOGIA

A metodologia desenvolvida para pré-dimensionamento do canteiro de obras consiste, de forma resumida, em (1) orçar a obra em questão, pois um orçamento pode ser gerado em diversos níveis de detalhamento em qualquer fase de um projeto, e a partir do orçamento, (2) gerar a curva ABC de insumos de mão de obra, que fornece as horas totais de serviço necessárias para executar a obra do início ao fim. A partir das horas, (3) dimensionar a quantidade de mão de obra ao longo do prazo total para conclusão do empreendimento, e por fim, de acordo com o número de funcionários, (4) dimensionar as áreas de vivência e de operação do canteiro de acordo com a Norma Regulamentadora NR-18 (BRASIL, 2020).

Além da análise da literatura nacional e internacional, para identificação tanto dos resultados e conclusões de estudos anteriores como de lacunas de conhecimento, a pesquisa se fundamentou em documentos técnicos do SINAPI (CEF, 2019). Como a metodologia desenvolvida se fundamenta em orçamentos de projetos, foi necessário escolher uma base de composições de custo. O SINAPI fornece toda a documentação necessária sobre o desenvolvimento de suas composições, o que possibilita a adaptação dos coeficientes de mão de obra para casos específicos, assim como a adaptação das composições de custo referente ao canteiro para ponderação das áreas de vivência e operacionais. Essas diretrizes são elaboradas pela Caixa Econômica Federal e periodicamente atualizadas, por serem instrumentos públicos e abertos à indústria da construção civil, servem rotineiramente como guia no desenvolvimento de orçamentos, além de possuírem aspectos obrigatórios para obras do setor público. Nesse mesmo âmbito, também foi utilizado a NBR 12284 (ABNT, 1991): Áreas de vivência em canteiros de obras.

A última base empregada na elaboração da metodologia foi a Norma Regulamentadora 18 (BRASIL, 2020), que estabelece diretrizes acerca das condições de segurança e saúde no trabalho na indústria da construção e que também possui caráter obrigatório.

Após mapeamento dos instrumentos, estabeleceram-se os parâmetros utilizados para a realização do pré-dimensionamento de canteiros de obra. Sabendo que orçamentos de obras públicas, objeto de pesquisa deste artigo, exigem estimativas de custos com base nos projetos básicos, a curva ABC de insumos de mão de obra serve como alicerce para o cálculo de horas trabalhadas necessárias para cada tipo de serviço a ser realizado.

Dessa forma, por meio do quociente entre o somatório das horas de mão de obra

fornecido pela curva ABC e a quantidade de horas total que o projeto irá demandar, é possível encontrar a quantidade mínima de trabalhadores que utilizariam o canteiro ao longo da construção. Assim, a Equação 1 indica o procedimento adotado para determinar o número de operários considerando uma carga de trabalho padrão de 44 horas semanais e 1 mês com 4 semanas.

$$N = \Sigma Ho / (m \times 4 \times 44) \quad (1)$$

Sendo N: número de operários total; Ho = horas de mão de obra necessárias no projeto; e m = quantidade de meses estipuladas como duração do projeto.

Sobre o empreendimento para o qual foi desenvolvido essa metodologia, a curva ABC de insumos de mão de obra retornou um total de 140.800 horas necessárias para sua finalização, somando todos os profissionais embutidos nas composições de custo. Trata-se de uma edificação com área maior que 1.000 m² e sistema de paredes de concreto moldadas *in loco*. É considerada como especial, isto é, que submete seus usuários a regras de utilização do espaço, como hospitais, escolas e edificações penais (ESTECA, 2017) e não pode ter seus projetos caracterizados por questões de sigilo. O orçamento do projeto, que deu origem à curva ABC utilizada, foi produzido durante estudos especiais desenvolvidos no âmbito da UnB.

A partir da Equação 1 tem-se que o número de funcionários necessário para finalizar a obra no tempo estipulado pelos gestores foi de 100 operários. Ciente de que a força de trabalho a ser contratada para o projeto não será uniforme ao longo de todos os meses de execução, pontua-se que a metodologia desenvolvida é viável apenas para pré-dimensionamentos simplificados.

Conforme indicações presentes na NR-18 (BRASIL, 2020), NBR: 12284 (ABNT, 1991) e no Caderno Técnico do SINAPI (CEF, 2019), o estudo considerou a divisão do canteiro em áreas de vivência operacionais. Dessa forma, foi avaliado a necessidade de três áreas de vivência para atender os critérios de segurança e saúde dos operários envolvidos: i) vestiários e instalações sanitárias; ii) refeitório; iii) ambulatório. Já para as áreas operacionais, foram contabilizados outros seis setores: iv) escritório administrativo; v) almoxarifado; vi) depósito de materiais; vii) central de armação; viii) central de fôrmas e concreto e; ix) guarita.

Por fim, utilizou-se ponderação a fim de se estimar tamanhos proporcionais das áreas operacionais e de vivência à quantidade de operários, visto que o Caderno Técnico do SINAPI (CEF,2019) considera, em suas extensões propostas, um dimensionamento padrão para 30 trabalhadores ocupando o canteiro de obras. Dessa forma, os coeficientes foram calculados a partir da relação direta de proporcionalidade entre a situação com 100 colaboradores e o caso padrão fornecido no SINAPI.

A Figura 1 resume a metodologia proposta neste trabalho.

Figura 1 – Metodologia da Pesquisa



Fonte: Os Autores

A partir da determinação dos coeficientes de ponderação foi possível definir as dimensões físicas de cada uma das 9 áreas consideradas na pesquisa e, consequentemente, encontrar a área total mínima do canteiro de obras a ser estimada na fase de pré-dimensionamento do projeto.

3 ANÁLISE DE RESULTADOS

Uma vez identificada as dimensões padronizadas que são fornecidas pelo caderno técnico do SINAPI (CEF, 2019), a obtenção das áreas estimadas foi dividida em dois grupos: áreas de vivência e áreas operacionais.

O Quadro 1 indica as composições que foram utilizadas no estudo como base para o pré-dimensionamento do canteiro. Entretanto, por essas composições considerarem áreas para obras padronizadas com até 30 operários atuando simultaneamente, foi necessário determinar o coeficiente de ponderação por meio da relação direta entre o valor padrão e os 100 trabalhadores considerados.

Quadro 1 – Composição do Caderno Técnico: Instalações de Canteiros de Obras SINAPI (CEF, 2019) aplicadas na pesquisa

Área necessárias (NR-18)	Código	Composição	Dimensão
1. Vestiários e banheiros	93212	EXECUÇÃO DE SANITÁRIOS E VESTIÁRIOS EM CANTEIRO DE OBRA, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, NÃO INCLUSO MOBILIÁRIO. AF_02/2016	57,46 m²
2. Refeitório	93210	EXECUÇÃO DE REFEITÓRIO EM CANTEIRO DE OBRA EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, NÃO INCLUSO MOBILIÁRIO E EQUIPAMENTOS. AF_02/2016	37,25 m²
3. Ambulatório	-	NÃO CONSTA NO SINAPI	11 m²
4. Escritório Administrativo	93207	EXECUÇÃO DE ESCRITÓRIO EM CANTEIRO DE OBRA EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, NÃO INCLUSO MOBILIÁRIO E EQUIPAMENTOS. AF_02/2016	51,89 m²
5. Almoxarifado	93208	EXECUÇÃO DE ALMOXARIFADO EM CANTEIRO DE OBRA EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, INCLUSO PRATELEIRAS. AF_04/2016	132,39 m²
6. Depósito materiais	93584	EXECUÇÃO DE DEPÓSITO EM CANTEIRO DE OBRA EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, NÃO INCLUSO MOBILIÁRIO. AF_04/2016	50,33 m²
7. Central de Fôrmas e concreto	93583	EXECUÇÃO DE CENTRAL DE FÔRMAS, PRODUÇÃO DE ARGAMASSA OU CONCRETO EM CANTEIRO DE OBRA, NÃO INCLUSO MOBILIÁRIO E EQUIPAMENTOS. AF_04/2016. AF_04/2016	34,50 m²
8. Central de Armação	93582	EXECUÇÃO DE CENTRAL DE ARMADURA EM CANTEIRO DE OBRA, NÃO INCLUSO MOBILIÁRIO E EQUIPAMENTOS. AF_04/2016	201,31 m²
9. Guarita	93585	EXECUÇÃO DE GUARITA, EM CANTEIRO DE OBRA, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, NÃO INCLUSO MOBILIÁRIO. AF_04/2016	5,18 m²

Fonte: SINAPI (BRASIL, 2019)

3.1 Vestiários e instalações sanitárias

Levou-se em consideração o caderno técnico de composição para instalações de canteiro de obras do SINAPI (CEF,2019), que projeta uma área de vestiário e de instalações sanitárias para utilização de 30 funcionários. Foi estimado um

coeficiente de multiplicação de 3,333 (100/30) para realizar uma projeção da área necessária para comportar 100 colaboradores.

Dessa forma, sabendo que a área calculada no caderno técnico é de 57,46 m², considera-se por meio dessa estimativa que o espaço de vestiário e de instalações sanitárias necessite de 191,51 m² a fim de comportar todos os colaboradores de forma segura, ergonômica e higiênica.

Além disso, segundo a NR-18 (BRASIL, 2020):

> 18.5.3 A instalação sanitária deve ser constituída de lavatório, bacia sanitária sifonada, dotada de assento com tampo, e mictório, na proporção de 1 (um) conjunto para cada grupo de 20 (vinte) trabalhadores ou fração, bem como de chuveiro, na proporção de 1 (uma) unidade para cada grupo de 10 (dez) trabalhadores ou fração.

Assim, serão necessários 5 conjuntos de sanitários com 1 m² cada e 10 conjuntos de box de chuveiros com 0,8 m² cada, valores recomendados pela norma.

3.2 Refeitórios

A NR-18 (BRASIL, 2020) não estipula dimensões mínimas para o refeitório, pois tal determinação varia de acordo com a logística da empresa, como por exemplo, existência de cozinha ou fornecimento de marmitas para os trabalhadores. Caso opte por essa solução, a norma estipula algumas obrigações para a construção deste espaço: deve ter capacidade para garantir o atendimento de todos os trabalhadores no horário das refeições; ter ventilação e iluminação natural e/ou artificial; ter lavatório instalado em suas proximidades ou no seu interior; ter mesas com tampos lisos e laváveis; ter assentos em número suficiente para atender aos usuários; ter depósito, com tampa, para detritos; não estar situado em subsolos ou porões das edificações; não ter comunicação direta com as instalações sanitárias; ter pé-direito mínimo de 2,80m ou respeitando-se o que determina o Código de Obras do Município da obra.

Já ao se basear nos critérios de aferição que o SINAPI (CEF,2019) utiliza para a composição de execução de refeitório em canteiro de obra com chapa de madeira compensada, a extensão padrão do refeitório é de 37,25 m² para 30 colaboradores. Utilizando o coeficiente de multiplicação de 3,333 (100/30), tem-se o valor projetado para o uso de 100 trabalhadores sendo de 124,15 m².

3.3 Ambulatórios

A NR-18 (BRASIL, 2020) especifica que obras com 50 ou mais colaboradores devem incluir um espaço para o ambulatório, sendo destinado para prestação dos primeiros socorros. Visando garantir a segurança dos colaboradores no canteiro, optou-se por destinar um espaço aproximado de 11 m² sendo capaz de comportar uma maca, uma mesa para o profissional de saúde e armários. Porém, não foi encontrada no SINAPI nenhuma composição referente à construção de um ambulatório no canteiro de obras.

3.4 Escritório Administrativo

Para estimar o custo do escritório do canteiro, foi avaliado a composição padrão presente no Caderno Técnico , com área de 51,89 m² e composto por sala

administrativa, sala de reunião, sala multiuso, sala técnica, copa e lavabos feminino e masculino.

Levando em consideração que a equipe administrativa é menor do que a operacional, e que ela permanece praticamente constante em todos os meses estimados para a construção da obra, admitiu-se que a dimensão determinada pelo SINAPI (CEF,2019) atende os critérios de ergonomia, higiene e segurança. Não há, portanto, a necessidade de ajustes com coeficientes de ponderação, o que mantém a dimensão no mesmo valor.

3.5 Almoxarifado

O caderno técnico do SINAPI (CEF,2019) dimensiona um almoxarifado referencial com 39,72 m², em vão único, com prateleiras para disposição dos materiais e espaço separado para o profissional responsável.

Visto que na pesquisa foi considerado que 100 funcionários estarão atuando na linha de produção, considera-se a necessidade de utilizar um fator ponderação de 3,333 (100/30), a fim de aproximar a realidade do canteiro de obras que será montado. Esse valor pode ser justificado pela maior quantidade de insumos e ferramentas a serem estocados e controlados durante os meses de obra. Em razão disso, a área estimada para o almoxarifado foi de 132,39 m².

3.6 Depósito de materiais

De acordo com as especificações do caderno técnico, o depósito padrão para 30 funcionários tem 15,10 m². Assim, o fator de ponderação de 3,333 também foi aplicado para se adequar ao canteiro com 100 trabalhadores. Em razão disso, a área estimada para o depósito foi de 50,33 m². Esse coeficiente também é justificado pela maior quantidade de insumos a ser estocada devido ao porte de obra.

3.7 Central de fôrmas e concreto

A composição escolhida no Caderno Técnico dimensiona uma central de fôrmas, concreto e argamassa com 10,35 m² de área para ser utilizada por pedreiros, serventes e carpinteiros durante atividades de produção. Dessa forma, foi considerada a necessidade de utilizar o coeficiente multiplicador de valor 3,333 (100/30) para adaptar a dimensão do local de acordo com a realidade presente na construção do reforço da segurança externa. Por isso, foi estimada a área de 34,50 m².

3.8 Central de armação

A composição prevista no caderno técnico prevê 60,40 m² para abrigar a estrutura necessária para realizar o corte e dobra da armação. Dado que a central de formas do caderno técnico considera uma obra de 30 funcionários, avaliou-se a necessidade de utilizar o coeficiente multiplicador de valor 3,333 para adaptar a dimensão do local de acordo com a realidade considerada na pesquisa. Por isso, foi estimada a área de 201,31 m².

3.9 Guarita

Para o estudo foi destinado uma guarita padrão para abrigar o porteiro ou vigia do canteiro de obra, ficando próximo à entrada de pessoas e caminhões, visto que as normativas brasileiras exigem o isolamento do canteiro e a restrição de entradas de pessoas. Entendendo que o canteiro deste projeto abrigará somente os espaços de vivência e armazenamento dos materiais, ao contrário de canteiros que circundam todo o perímetro da obra, sugeriu-se manter a dimensão indicado nos critérios de aferição do Caderno Técnico do SINAPI (CEF, 2019), que indica uma composição de guarita com dimensão de 5,18 m².

3.10 Área e perímetro total do canteiro de obras

O Quadro 2 sintetiza as dimensões das áreas de vivência e operacionais que foram determinadas pela aplicação da metodologia e posterior obtenção dos dados. Assim, tem-se também o valor total, em metros quadrados, estimado para o pré-dimensionamento do canteiro de obras dessa pesquisa.

Quadro 2 – Dimensões determinadas no pré-dimensionamento do canteiro

Área	**Descrição**	**Pré-dimensionamento do canteiro para 100 trabalhadores**
Áreas de vivência	1. Vestiários e banheiros	191,51 m²
	2. Refeitório	124,15 m²
	3. Ambulatório	11 m²
Áreas operacionais	4. Escritório Administrativo	51,89 m²
	5. Almoxarifado	132,39 m²
	6. Depósito materiais	50,33 m²
	7. C. Fôrmas e concreto	34,50 m²
	8. C. Armação	201,31 m²
	9. Guarita	5,18 m²
	Área Total	791,26 m²

Fonte: Os Autores

Conclui-se que, para o atendimento dos critérios de ergonomia, higiene e segurança do trabalho para 100 funcionários, será necessário a instalação de um canteiro de obras que tenha aproximadamente 791,26 m² de área total.

A fim de se encontrar o perímetro total do canteiro de obras, considerou-se, para fins de estimativa, que o canteiro tem área praticamente quadrada. A partir dessa aproximação, é possível determinar a dimensão dos lados do canteiro a partir da raiz quadrada de 791,26 m².

Desta forma, foi adotado que cada lado do canteiro tem aproximadamente 28,13 metros e, consequentemente, o perímetro completo do canteiro é de 112,52 metros. Com essa informação, é possível prever as necessidades das instalações do perímetro do canteiro, como tapume e acessos.

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos indicam que os objetivos da pesquisa foram alcançados, pois a metodologia de pré-dimensionamento apresentada resultou em uma estimativa de canteiro adequada às fases iniciais de desenvolvimento de projetos.

O Caderno Técnico SINAPI (CEF, 2019) se mostrou eficaz como ferramenta balizadora para o pré-dimensionamento de canteiros de obra, visto que a partir desse documento foi possível identificar as dimensões padrões para cada área de vivência e operacional. Além disso, a NR-18 (BRASIL, 2020) e a NBR: 12284 (ABNT, 1991) também forneceram importantes diretrizes sobre os aspectos essenciais que o ambiente de trabalho deveria possuir.

O uso de coeficientes de ponderação permitiu, por meio da relação direta de proporcionalidade e extrapolação, estimar as dimensões que cada ambiente deveria ter para que fosse comportado 100 trabalhadores atuando no projeto, necessitando de 791,26 m² de canteiro. Assim, a partir do projeto básico e do quantitativo das horas trabalhadas em cada etapa, é possível calcular o tamanho estimado do canteiro e prever seus custos de implantação durante quaisquer estudos iniciais de alocação e orçamentação de empreendimentos.

Pelos resultados encontrados, infere-se que a área de vivência que demanda maior espaço são os vestiários e banheiros, seguido do refeitório. Já a área operacional que necessita da maior área é a central de armação devido ao sistema construtivo prevalecente na obra analisada. Já o segundo ambiente de maior área demandada foi o almoxarifado. Por outro lado, o ambulatório, a guarita e o escritório administrativo não precisaram da aplicação do coeficiente de ponderação, bastando a utilização dos valores fornecidos pela NR-18 (BRASIL, 2020) e pelo Caderno SINAPI (CEF, 2019).

Foi possível concluir que, apesar da ponderação operada nessa metodologia ser uma solução aparentemente simples para o problema proposto, tal ponderação não é aplicável a todas as áreas necessárias para o bom funcionamento de um canteiro de obras. Os cadernos técnicos do SINAPI foram de valioso auxílio em analisar caso a caso a necessidade para cada área e assim, concluir sobre o que precisava ser majorado e o que poderia ser mantido de acordo com a composição de custo. Também se constatou que apenas o uso da NR-18 não foi o bastante para desenvolver essa metodologia, então o SINAPI se tornou também uma fundamental referência de ergonomia e acessibilidade.

Outro aspecto relevante desta pesquisa, refere-se à nova utilidade encontrada para a curva ABC de insumos, que apesar dos vários benefícios apontados por Mattos (2020), autor consolidado na área de gestão e custos de obra, não elenca essa possibilidade de utilização para pré-dimensionamento do canteiro.

Espera-se, portanto, que a pesquisa sirva como um viável instrumento tanto para futuras pesquisas aderentes à temática quanto para profissionais do setor que procuram metodologias de pré-dimensionamento de canteiro de obras antes da alocação dos recursos no cronograma físico. Para futuros trabalhos, sugere-se a aplicação da metodologia em escritórios de projeto e análise de viabilidade de uso com uma comparação após o dimensionamento real do canteiro.

AGRADECIMENTOS

À Universidade de Brasília, ao Parque de Inovação e Sustentabilidade do Ambiente Construído (PISAC), à Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos

(FINATEC) e ao Núcleo de Estudos e Pesquisa de Edificações Especiais – Edificação Penal (NUESP-EP), por todo apoio recebido.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 12284**: Áreas de vivência em canteiros de obras – Procedimento. Rio de Janeiro, 1991.

BRASIL. Secretária Especial de Previdência e Trabalho. Portaria número 3.733, de 10 de fevereiro de 2020 – NR.18. Altera a Norma regulamentadora NR18 - Condições E Meio Ambiente De Trabalho Na Indústria Da Construção. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 2020.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CEF). **Cadernos Técnicos de Composições para Instalações de Canteiro de Obra** – Lote 1. Versão 11. Vigência: 02/2016. Última atualização: 06/2019. Brasil, 2019. Disponível em: < http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote1-habitacaofundacoesestruturas/SINAPI_CT_LOTE1_INSTALACAO CANTEIRO_OBRAS_v011. pdf >. Acesso em abril de 2021.

CALDART, C.W. **Planejamento para projeto de canteiro de obra com uso de modelagem BIM 4D.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, 2017.

COSTA, C.F; FERREIRA, E.A.M. Projeto de Canteiro de Obras com o Auxílio de Ferramentas BIM. In: **Simpósio Brasileiro De Tecnologia Da Informação E Comunicação Na Construção**, ANTAC, Campinas, SP, 2019.

COSTA, P.M.S; SOARES, R.G.L; CHAVES, T.F. Verificação da Aplicação da NR-18 em Canteiro de Obra de um Empreendimento Vertical. **XXXVII Encontro Nacional De Engenharia De Produção – ENEGEP**. Joinville, Santa Catarina, 2017.

COSTELLA, M. F.; JUNGES, F. C.; PILZ, S. E. Avaliação do cumprimento da NR-18 em função do porte de obra residencial e proposta de lista de verificação da NR-18. **Ambiente Construído, ISSN 1415-8876.** Porto Alegre, v. 14, n. 3, p. 87-102, 2014.

ESTECA, A. C. P. Edificação penal: um estudo da tecnologia do projeto arquitetônico de estabelecimentos de segurança máxima no Brasil. **Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo,** Universidade de Brasília. 407 p., Brasília, 2017.

FERREIRA, E.A.M; FRANCO, L.S. Proposta de uma metodologia para um projeto de canteiro de obras. In: **Congresso Latino-Americano: Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios,** São Paulo, 3-6/nov. 1998.

MAIA, A.C; SOUZA, U.E.L. Método para conceber o arranjo físico dos elementos do canteiro de obras de edifícios: Fase Criativa. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**, Departamento de Engenharia. São Paulo, 2003.

MATTOS, A.D **Gestão de custos de obra: conceitos, boas práticas e recomendações.** Editora Oficina de Textos. São Paulo, 2020.

NOBERTO, C.; ALMEIDA, L.; OLIVEIRA, L.; BARROS NETO, J. Revisão Sistemática Da Literatura: Uso Do 4d Bim No Planejamento De Canteiro De Obra E Na Otimização Da Segurança. In: **Encontro Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construído**, 18., ANTAC, Porto Alegre, 2020.

SANT´ANNA JUNIOR, R. **Aplicação da NR-18 em canteiros de obra: percepções e estudos de campo.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico. 238p, Espírito Santo, 2013.

SAURIN, T.A; FORMOSO, C.T. Planejamento de canteiros de obra e gestão de processos. **Recomendações Técnicas HABITARE,** v.3, ANTAC, Porto Alegre, 2006.