

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E TRANSPORTES
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO DE PROJETOS UFRGS**

EDUARDO BELTRAME

**CONSTRUÇÃO DE INDICADORES DE PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA
COM BASE NO MODELO DE ESTRATIFICAÇÃO**

Porto Alegre

2018

EDUARDO BELTRAME

**CONSTRUÇÃO DE INDICADORES DE PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA
COM BASE NO MODELO DE ESTRATIFICAÇÃO**

Artigo apresentado como requisito parcial
para obtenção do título de Especialista
em Gestão de Projetos, pelo Curso de
Gestão de Projetos da Universidade
Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Orientadores: Ms. Guilherme Brittes Benitez e Prof. Dr. Alejandro Germán Frank

Porto Alegre

2018

CONSTRUÇÃO DE INDICADORES DE PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA COM BASE NO MODELO DE ESTRATIFICAÇÃO

Eduardo Beltrame, Guilherme Brittes Benitez, Alejandro Germán Frank

Resumo:

A presença de mão de obra com alta produtividade desempenha um papel significativo na realização de projetos. Dispostos a melhorar a eficiência e a produtividade nos canteiros de obras, diversos esforços têm sido realizados pelas empresas da indústria da construção civil de edificações no Brasil. Contudo, essa boa prática ainda não faz parte da rotina de grande parte das empresas de micro e pequeno porte (MPEs). O presente trabalho propõe uma alternativa para a gestão da produtividade da mão de obra, adaptada ao contexto das empresas especializadas de serviços de execução (EEEs), que atuam na execução dos subsistemas das edificações. Nesse contexto, o objetivo do trabalho consiste em apresentar um método de avaliação da produtividade, baseado no "Modelo de Estratificação" e na Razão Unitária de Produção (RUP). O método foi adaptado e aplicado em duas obras reais de construção de edifícios. Foram investigadas as atividades que potencialmente influenciaram a produtividade da mão de obra e determinado o conjunto de indicadores de produtividade para esses serviços.

Palavras-chave: Construção Civil; Gestão de Projetos; Modelo de Estratificação; Produtividade da mão de obra.

Abstract:

The presence of labor with high productivity plays a significant role in the development of projects. Willing to improve efficiency and productivity in construction sites, several efforts have been made by companies in the building industry in Brazil. However, this practice is not yet part of the routine of most of micro and small enterprises. The present study proposes an alternative for the management of labor productivity, adapted to the context of specialized companies of services execution that act in the implementation subsystems of buildings. In this context, the objective of this study is to present a method for evaluation of productivity, based on the "stratification model" and the unitary production ratio. The method was adapted and applied in two real building construction works. Activities that potentially influenced labor productivity and determined the set of productivity indicators for these services were investigated.

Keywords: Construction; Labor Productivity; Project Management; Stratification Model.

1. Introdução

Diversos conceitos de planejamento e controle da produtividade têm sido aplicados pela indústria da construção civil de edificações no Brasil, no intuito de reduzir desperdícios, custos e prazos, além de aumentar a eficiência e a produtividade nos canteiros de obras (Pereira et al., 2015). Contudo, essa boa prática ainda não faz parte da rotina de grande parte das empresas de micro e pequeno porte (MPEs)¹ do setor, as quais atuam como subempreiteiras e fornecem às construtoras, principalmente, os serviços ligados ao emprego direto de mão de obra (Pereira, et al., 2000).

Dentre as MPEs do setor, estão as empresas fornecedoras de mão de obra para execução das instalações (elétricas, hidráulicas, climatização, etc.). Essas empresas são denominadas de empresas especializadas de serviços de execução (EEE) e são responsáveis por executar, através de seus próprios meios, uma ou mais partes ou subsistemas do edifício, utilizando técnicas, métodos, processos e conhecimentos específicos (Cardoso, 2003).

Embora existam lacunas na literatura referentes à caracterização atual dessas empresas, alguns aspectos observados por Souza e Abiko (1997) se mantêm até os dias atuais e contribuem para a lenta evolução do processo de gestão da produtividade nas

MPEs. Dentre esses aspectos, pode-se citar a pequena familiaridade dos proprietários e colaboradores com os conceitos de produtividade e o reduzido número de recursos humanos dedicados a tarefas gerenciais. Para Souza (2006), algumas outras razões podem ser citadas em relação à dificuldade em se envolver com o estudo da produtividade na indústria da construção: o caráter nômade dos canteiros de obras, a absorção de mão de obra com baixa qualificação, os baixos salários vigentes e a alta rotatividade dos empregados. Para o mesmo autor, essas características fizeram com que a indústria da construção civil não acompanhasse os ganhos de produtividade alcançados pela indústria manufatureira tradicional (Souza, 2006).

A construção civil é uma atividade que envolve uma grande quantidade de variáveis, sendo desenvolvida em um ambiente particularmente dinâmico e mutável, o que torna o gerenciamento de uma obra um trabalho complexo (Mattos, 2010). Em projetos de construção, existem três elementos básicos de planejamento: tempo, custo e qualidade. Além desses, a produtividade da mão de obra é igualmente um conceito chave para o planejamento da construção (Ulubeyli et al., 2014). A presença de mão de obra com alta produtividade na execução de um projeto, desempenha um papel significativo no sucesso do projeto (Nasirzadeh e Nojedehib, 2012).

¹ - Segundo a classificação utilizada pelo SEBRAE, é considerada micro a empresa que possui menos de 20 funcionários registrados. Ainda de acordo com essa classificação, as empresas pequenas possuem de 20 a 99 funcionários registrados. A média empresa possui de 100 a 499 funcionários registrados e acima disso, as empresas são consideradas de grande porte.

No presente trabalho e na construção civil, o termo produtividade se refere à eficácia com que se transformam as entradas de um processo em saídas (Araújo, 2000). O indicador utilizado é a Razão Unitária de Produção (RUP), no qual a razão entre entradas e saídas resulta da quantidade de (homens x horas) utilizados por quantidade de serviço executado (Martins, 2013).

No caso das EEEs, a produtividade da mão de obra tem relação direta com o resultado financeiro da empresa, uma vez que o dispêndio com a folha de pagamento representa a maior parcela dos custos globais dessas empresas. Logo, conhecer os níveis de produtividade da sua mão de obra e implementar rotinas de planejamento e controle, podem ser alternativas eficazes para a melhora não só da produtividade nas EEEs, mas também da qualidade das informações utilizadas no processo de tomada de decisões e nos resultados dos projetos em geral.

Disposto a contribuir com esse tema, o presente trabalho propõe uma alternativa para a gestão da produtividade da mão de obra de EEEs que atuam na execução dos subsistemas das edificações. Nesse contexto, o objetivo do trabalho consiste em apresentar um método de avaliação da produtividade, baseado no “Modelo de Estratificação” e na RUP, cuja aplicação resultará num conjunto de indicadores de produtividade da mão de obra. Por fim, propõe-se a aplicação do método em duas obras reais de construção de edifícios, avaliando a produtividade da mão de obra na execução de serviços de instalações elétricas.

2. Referencial teórico

Aplicado à indústria da construção em 1987 por Thomas e Yiakoumis, o modelo dos fatores é uma referência na avaliação da produtividade na construção civil. O modelo diferencia-se dos restantes por estar direcionado para a produtividade ao nível da equipe de trabalhadores e considerar o efeito dos vários fatores que podem afetar a produtividade (Martins, 2013).

Segundo Thomas e Yiakoumis (1987), a teoria na qual assenta o modelo em questão assume que o trabalho de uma equipe pode ser afetado por vários fatores de forma aleatória ou sistemática. Porém, a consideração de todos esses fatores gera uma curva de produtividade, cuja interpretação é complicada devido à sua irregularidade. No entanto, quando são retirados dessa curva, os fatores que tiveram influência no trabalho, é possível obter uma curva que revela a produtividade ideal, capaz de ser obtida em condições ótimas de trabalho. Desta forma a análise da influência dos fatores na tarefa em questão é passível de ser avaliada. Esse conceito é apresentado na Figura 1.

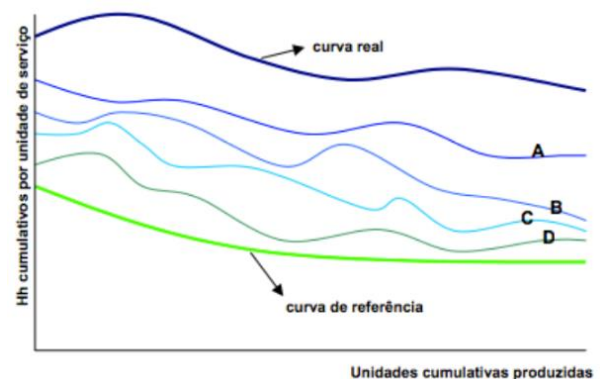


Figura 1 – Representação gráfica do modelo dos fatores. Fonte: Martins, 2013.

Para [Thomas e Ellis \(2009\)](#), o trabalho num canteiro de obras pode ser afetado por fatores diretos, aqueles que quando se manifestam modificam a maneira como os trabalhos decorrem, e por fatores indiretos, que tem uma influência indireta no decorrer do trabalho. No primeiro grupo aparecem as questões ligadas ao “trabalho a ser feito”, ou seja, todos os detalhes contidos no projeto, às especificações com que as tarefas têm que ser executadas, a complexidade dos desenhos e os pormenores econômicos ([Martins, 2013](#)).

Utilizando uma nomenclatura ligeiramente distinta, [Souza \(2006\)](#) sugere que, em condições normais, existem dois grupos de fatores que assumem uma presença permanente neste aspecto, conforme ilustrado na Figura 2. O primeiro grupo está relacionado com o trabalho que precisa ser feito, abrangendo os componentes físicos do trabalho, como por exemplo, especificações mais rigorosas e detalhes minuciosos de projetos. Este grupo é designado como o conteúdo de trabalho.

O segundo grupo faz referência aos aspetos ligados ao ambiente de trabalho. A disponibilidade e a qualidade dos materiais e equipamentos são fatores que podem influenciar a fluidez de uma tarefa, traduzindo isso no rendimento dos trabalhadores e, conseqüentemente, na produtividade da mão de obra ([Martins, 2013](#)). Além disso, [Souza \(2006\)](#) considera ainda que a produtividade pode ser alterada quando anormalidades acontecem. Tais ocorrências, às vezes associadas ao conteúdo, mas normalmente

relacionadas ao contexto, provocam grandes distúrbios na produtividade.

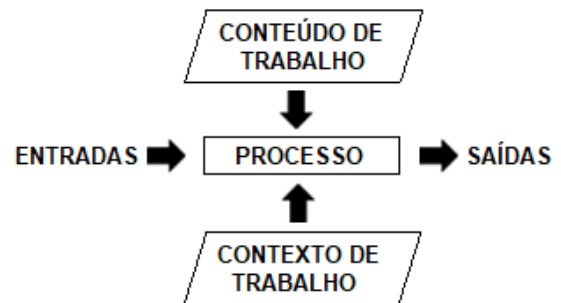


Figura 2 – Conceito de fatores que influenciam a produtividade.

A análise dos trabalhos demonstra a importância dos fatores na determinação de um valor da produtividade que seja representativo da situação real do canteiro de obras e capaz de ser reproduzido. Contudo, observa-se, na construção civil, que a real dificuldade não está em apresentar o valor da produtividade, mas sim em conseguir explicá-lo, identificando de onde são provenientes as perdas de produtividade e as razões que impulsionaram o seu acontecimento ([Martins, 2013](#)).

Frente a essa dificuldade, a coleta detalhada das entradas (homem x hora) através da amostragem do trabalho pode auxiliar na identificação das causas da baixa produtividade. Assim, o tempo de um dia de trabalho é estratificado, permitindo detectar a falta de rendimento no trabalho através da análise do tempo gasto pelos trabalhadores em diferentes categorias. Essa técnica é conhecida como Work Sampling e foi aplicada na construção civil por [Thomas et al., \(1984\)](#).

Segundo [Thomas et al., \(1984\)](#), um dos passos mais importantes para a aplicação da técnica *Work Sampling* reside na definição das categorias para a correta estratificação do tempo laboral. De fato, os resultados mais significativos ocorrerão quando essas categorias forem compatíveis com os objetivos do estudo. [Thomas et al., \(1984\)](#) apresentam as seguintes categorias: (i) deslocamentos; (ii) equipamentos e ferramentas; (iii) aspectos pessoais; (iv) trabalho direto; e (v) tempo de espera. Já no artigo *Activity Analysis for Direct-Work Rate Improvement in Construction*, [Gouett et al., \(2011\)](#), trazem as seguintes categorias: (i) trabalho direto; (ii) trabalho preparatório; (iii) ferramentas e equipamentos (iv) manuseio de materiais (v) espera; (vi) deslocamentos; e (vii) aspectos pessoais.

Os modelos e conceitos apresentados deram origem ao Modelo de Estratificação, o qual teve seu início registrado no ano de 2007, no âmbito do desenvolvimento de um programa de gestão de produtividade de uma das maiores empresas petrolíferas brasileiras, através de uma parceria entre a empresa e as Universidades Estadual (UERJ) e Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) ([Martins, 2013](#)).

[Araújo et al., \(2013\)](#) partiram da observação de que o gerenciamento da construção estava distante da produção, e propuseram que a avaliação e o tratamento das perdas de produtividade deveriam ser realizados no canteiro de obras assim que as perdas fossem diagnosticadas. A partir disso, desenvolveram um modelo baseado no conceito de “estratificação da produtividade”, o qual é capaz de monitorar o tempo usado pelos

trabalhadores em diferentes atividades desenvolvidas durante a realização de um dado serviço. Desta forma, torna-se possível a análise e identificação das atividades que prejudicam os valores dos indicadores de produtividade, propondo, finalmente, medidas mitigadoras para as mesmas.

[Araújo et al., \(2013\)](#) afirmam, que ao olhar profundamente para os resultados, divididos em categorias, é possível avaliar o desempenho diário, identificar as principais ocorrências e causas de perdas de produtividade, e, ainda, compará-los com os resultados obtidos em outros locais.

As principais características do Modelo de Estratificação, de acordo com [Martins \(2013\)](#), estão descritas a seguir:

- Medição diária da produtividade através da coleta das entradas (homem x hora) e saídas (quantidade de serviço executado);
- Estratificação do indicador de produtividade em frações quantificáveis, organizadas e estruturadas de acordo com o modelo hierárquico pré-concebido;
- Determinação e quantificação do impacto da não produtividade da mão de obra através da análise dos resultados obtidos, considerando todas as informações de contexto e conteúdo reunidas; e
- Apontamento dos caminhos na melhoria da produtividade. Um deles é direcionado para a identificação dos fatores influentes na produtividade e o outro é direcionado para o tratamento dos fatores envolventes da produtividade;

3. Metodologia

Para a realização do presente trabalho foi utilizado o “Modelo de Estratificação” (Araújo et al., 2013; Martins, 2013), o qual tem seu desenvolvimento dividido em 5 etapas. A primeira etapa é dedicada ao planejamento da avaliação, onde são consideradas as especificidades das EEEs (subitem 3.1). Na segunda etapa, são definidas as características relativas à maneira como vai ser executada a avaliação em campo (subitem 3.2). Em seguida, são apresentadas as formas de processamento dos dados (subitem 3.3) e a análise dos resultados (subitem 3.4). Por fim, aplicou-se o método em duas obras reais de construção de edifícios, nas quais avaliou-se a produtividade da mão de obra em serviços de instalações elétricas (subitem 3.5).

3.1. Planejamento da avaliação

Nesta etapa foram consideradas as especificidades das EEEs e feitas adaptações ao Modelo de Estratificação. A principal delas se refere a definição e coleta das saídas (quantidade de serviço realizado). Diferentemente do modelo original, o qual sugere que a coleta desses dados seja diária, o presente trabalho propõe que o levantamento das saídas seja baseado em pacotes fixos de entrega, ou seja, no caso da construção de um edifício, as saídas serão o total de serviços contidos em um pavimento ou numa fração desse. Desta forma, o valor das

saídas é definido previamente, sendo necessário apenas, a coleta das entradas (homem x hora) utilizadas na realização deste pacote de trabalho.

O indicador adotado para a mensuração da produtividade da mão de obra é a RUP, na qual a razão entre entradas e saídas resulta da quantidade de (homens x horas) utilizados por quantidade de serviço executado (vide Equação 1). O indicador pode ser expresso na forma cumulativa, conforme mostrado na Equação 2.

$$RUP = \frac{\text{Mão de obra} \times \text{tempo}}{\text{Unidades de saída}} = \frac{Hh}{Qs} \quad (1)$$

$$RUP_{\text{cumulativa}} = \frac{\sum Hh(\text{período})}{\sum Qs(\text{período})} \quad (2)$$

Hh- homem-hora.

Qs- quantidade de serviço realizado.

A primeira fase do planejamento diz respeito à escolha do âmbito do trabalho a ser analisado, tendo início na escolha do objeto físico que vai ser construído, seguindo para a definição dos serviços que garantem parte da sua composição total e a divisão desses em tarefas menores. Por fim, foram definidas as unidades de saídas utilizadas para a mensuração dos serviços realizados. Na Tabela 1 é apresentado um exemplo de serviço com as respectivas tarefas que garantem a sua composição e os elementos que integram o indicador de produtividade.

Tabela 1 – Exemplificação do serviço com as respectivas tarefas e elementos do indicador.

Serviço	Tarefas	Elementos do Indicador
Tubulação de parede	Marcação dos pontos	<i>Homem x Hora/Nº Pontos</i>
	Cortação e desbaste das canaletas	<i>Homem x Hora/Nº Pontos</i>
	Instalação dos eletrodutos e caixas	<i>Homem x Hora/Nº Pontos</i>

Em seguida foi realizada a definição estandardizada das atividades utilizadas para a estratificação do tempo laboral. O desenvolvimento dessa estrutura parte do primeiro nível de ocupações, o qual é composto pelas principais atividades que os trabalhadores podem vir a desempenhar durante a realização dos serviços. Já o segundo nível de categorização das atividades surge a partir de um desmembramento do primeiro, ganhando assim características mais particulares que dependem da atividade executada. Outros níveis de categorias podem ser criados a partir da decomposição do anterior. Segundo [Martins \(2003\)](#), este detalhamento pode ser feito até se atingir a atividade terminal, que é aquela que apresenta mais detalhes das atividades exercidas pelo trabalhador. Na Figura 3 é apresentada a

estrutura analítica de ocupações, desenvolvida no âmbito do presente trabalho, contendo dois níveis de atividades. Essas atividades foram definidas com base nas categorias apresentadas nos trabalhos revisados, e foram ajustadas ao contexto de aplicação do método.

Por último, foram elencados os fatores potencialmente influenciadores da produtividade da mão de obra. Para tanto, consideraram-se as características relacionadas ao conteúdo do trabalho, como por exemplo, processos utilizados, tipo de instalações, nível de detalhamento dos projetos, e ainda, os aspectos relacionados as condições do trabalho, nomeadamente o clima, a disponibilidade e qualidade dos materiais e equipamentos no local de trabalho, entre outros.

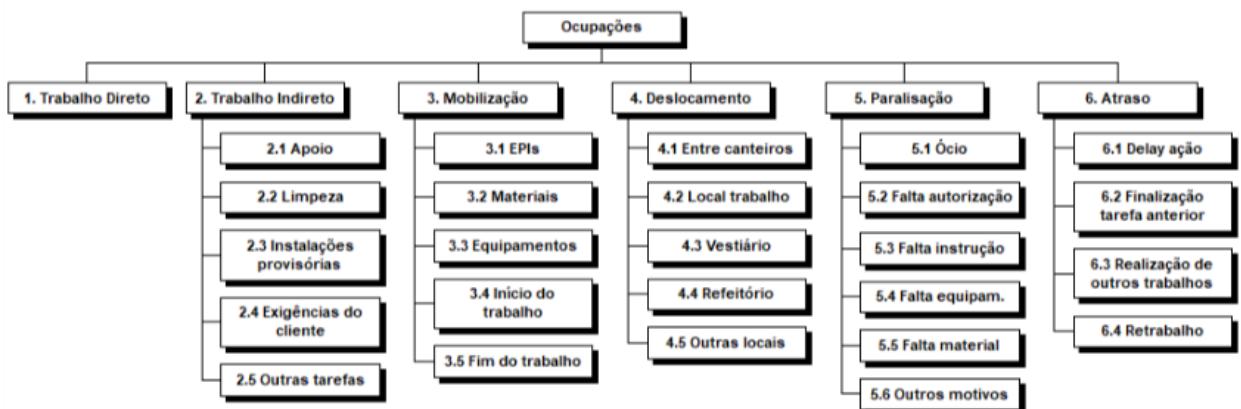


Figura 3 – Estrutura analítica de ocupações.

3.2. Avaliação da produtividade

Na segunda fase foram definidas as características que dizem respeito à maneira como foi executada a avaliação em campo. Tendo em vista a construção de indicadores, a escolha das equipes foi feita aleatoriamente entre aquelas que estavam executando o conjunto de serviços definidos para a avaliação. O período de avaliação de cada serviço foi dado em função do seu pacote de entrega, ou seja, o tempo que a equipe levou para executar os serviços contidos nesse. Nesta avaliação, foram recolhidos, em campo, os seguintes dados:

- Entrada: homens hora gastos (Hh), observando as categorias estandardizadas definidas para a estratificação do tempo laboral;
- Saída: quantidade de serviço realizado contido no pacote de entrega definido para a avaliação;
- Fatores ligados ao conteúdo do trabalho, os quais englobam os métodos e processos de execução, a complexidade derivada da tipologia e do nível detalhes dos projetos;
- Fatores ligados ao contexto do trabalho, os quais englobam as condições de trabalho vigentes, relacionadas ao congestionamento, ao clima, às instalações do canteiro de obras, aos materiais e equipamento, entre outros; e
- Registo de ocorrências inesperadas no local de execução do trabalho.

Os dados de entrada dizem respeito a todos os recursos que são utilizados para a construção ou desenvolvimento de uma atividade. No presente trabalho, os dados de entrada se referem à mão de obra, cuja composição é obtida através da multiplicação da quantidade de homens que constituem a equipe analisada pela quantidade de horas que compõem um dia laboral dessa mesma equipe, sendo, por isso, denominada como Homem hora (Hh).

Para a coleta dos dados de entrada, foi necessário ter conhecimento do número de operários envolvidos na tarefa em observação, bem como do tempo laboral que cada um dispendeu num dia de trabalho. Para efetuar esta medição em obra, recorreu-se às observações contínuas e informações conseguidas com o encarregado de serviço. No entanto foram consideradas apenas as horas efetivamente trabalhadas, isto é, o tempo que cada colaborador esteve disponível na obra para executar trabalho. Desta forma, diferenciou-se as horas pagas das horas efetivamente trabalhadas, pois essas duas grandezas não coincidiram. Logo, no presente trabalho, coube ao observador registrar a quantidade de Hh, seguindo as classes definidas na estrutura analítica de ocupações, para cada uma das tarefas avaliadas. Mais tarde, realizou-se a contabilização da sua importância na tarefa global (serviço).

Seguindo a adaptação feita ao modelo, o processo de coleta das saídas foi realizado através do levantamento da quantidade de serviço contida em cada pavimento. Essa

quantificação foi realizada analisando-se os projetos e orçamentos das obras.

Por fim, foram avaliados os fatores que potencialmente influenciaram a produtividade. Sob vigência de condições normais de trabalho, coube ao observador apontar os fatores ligados ao conteúdo do trabalho e os fatores ligados ao contexto do serviço, definidos na fase de planejamento. Esses fatores foram avaliados durante a realização de cada serviço e associados aos valores de produtividade obtidos.

3.3. *Processamento dos dados*

De acordo com [Martins \(2013\)](#), os dados devidamente processados podem ser utilizados para gerar gráficos de produtividade, dando origem a um conjunto de informações úteis para a análise da situação vigente no canteiro de obras.

No presente trabalho, o processamento teve início com a digitalização dos dados obtidos na fase de avaliação, sendo esses lançados em planilhas eletrônicas. Os dados de entrada (homem x hora) foram separados por atividades, tarefas e serviços, e organizadas de modo que pudessem ser manipulados a qualquer momento. Já os dados de saída foram lançados por obra, cujo somatório do número de pontos elétricos de cada obra resultou na quantidade de serviço realizado.

Em seguida, foram calculados os valores da produtividade da mão de obra em RUP para cada uma das tarefas analisadas. A partir desses, foram feitas as contabilizações dos

valores da produtividade para cada um dos serviços. Após, foram elaborados gráficos demonstrando a distribuição do tempo usado pelos trabalhadores nas diferentes atividades desenvolvidas durante a realização de um dado serviço

3.4. *Análise dos resultados*

A partir dos dados de produtividade, contexto e conteúdo reunidos, foram realizadas análises qualitativas visando a compreensão dos valores mensurados e a identificação da origem das perdas. Isso foi realizado através da estratificação da produtividade, a qual permitiu uma análise, em maior nível de profundidade, do tempo gasto pelas equipes em cada uma das categorias pré-definidas. Dessa forma, foram identificadas as atividades que consumiram tempo e não agregam valor ao trabalho a ser feito, bem como falhas nos processos empregados.

Nessa etapa, também foram analisadas as características relacionadas ao conteúdo e ao contexto do trabalho. A análise desse conjunto de fatores permitiu identificar quais melhorias seriam necessárias ou quais medidas mitigadoras deveriam ser implementadas, de modo a criar condições favoráveis à produtividade da mão de obra no canteiro de obras. Os fatores apontados também foram utilizados para a caracterização do conteúdo e do contexto do trabalho, nos quais os valores de produtividade foram alcançados.

Por fim, foram determinados os valores da RUP potencial, para cada uma das tarefas e

serviços estudados, dando origem ao conjunto de indicadores de produtividade da mão-obra, capaz de ser obtido em condições ótimas de trabalho.

3.5. Aplicação do método

O método proposto foi aplicado em duas obras reais de construção de edifícios, pertencentes ao portfólio de uma EEE de pequeno porte e administração familiar, localizada no município de Balneário Camboriú-SC. A empresa conta com cerca de 90 colaboradores, distribuídos em mais de 30 canteiros de obras e tem como principal serviço o fornecimento de mão de obra para a execução de instalações elétricas prediais.

As obras selecionadas para avaliação, denominadas no presente trabalho de “Obra A” e “Obra B”, são caracterizadas como edificações verticais de múltiplos andares, de uso misto (residencial e comercial) e alto padrão de acabamento. Para a avaliação, foram escolhidos pavimentos “tipo”² dessas edificações, os quais são compostos por dois apartamentos, hall, antecâmara e escadaria, totalizando em área 313,15m² e 398,45m², respectivamente. A quantidade de serviço contida em cada pavimento “tipo” dessas edificações é apresentada na Tabela 2.

A aplicação do método foi realizada no nível das equipes de trabalho, durante a execução dos serviços de instalações elétricas. Para ambas as obras, os serviços avaliados foram:

- Tubulação de lajes – compreende as tarefas de marcação e instalação dos eletrodutos e caixas na laje (teto);
- Tubulação de paredes – compreende as tarefas de marcação, corte e desbaste das canaletas e instalação dos eletrodutos e caixas nas paredes;
- Enfição elétrica – inclui as tarefas de preparação, passagem, fechamento e isolamento dos condutores elétricos.

Tabela 2 – Quantidade de serviço realizado.

Pontos	Obra A	Obra B
Tomada de força	91	135
Iluminação	70	107
Sensor de presença	5	6
Disjuntor	53	60
Telefone	11	12
Interfone	2	2
Lógica	2	10
TV coletiva	9	12
TV cabo	9	12
Som	10	6
Luz de emergência	4	5
Sinalização de abandono	2	2
Alarme contra incêndio	1	1
Detector de fumaça	1	15
Sistema de exaustão	4	2
Infra-seca para automação	0	95
Cortina/Persiana elétrica	0	14
Controle de acesso	0	4
CFTV	0	4
Σ Pontos	274	504

Para a seleção das equipes não houve a aplicação de critérios, sendo essas escolhidas de forma aleatória entre aquelas que estavam atuando na execução dos serviços definidos

² - Pavimento “tipo” ou pavimento padrão, é um ou mais pavimentos que se repetem em planta em um edifício.

anteriormente, nas referidas obras. Ao todo foram selecionadas seis equipes. Para os serviços de tubulação de parede e enfição elétrica, as equipes eram compostas por dois a três colaboradores. Já para o serviço de tubulação de laje, a equipe da Obra A era composta por seis colaboradores e a da Obra B por dez.

4. Resultados

O modelo proposto foi aplicado em duas obras reais de construção de edifícios, na avaliação da produtividade da mão de obra, durante a execução de serviços de instalações

elétricas. Os dados obtidos foram processados, dando origem a um conjunto de informações acerca da produtividade da mão de obra, as quais são apresentadas a seguir.

A Tabela 3 mostra os valores de produtividade da mão de obra alcançados pelas equipes em cada uma das tarefas avaliadas, bem como a sua totalização nos respectivos serviços. Os valores da produtividade são expressos na forma da RUP e consideram o acumulado do valor de Hh (Homem x hora) empregados na execução de um pavimento “tipo” dessas obras, divididos pela quantidade de serviço realizado.

Tabela 3 – Valores da produtividade da mão de obra alcançados.

Tarefas	Serviços	Obra A		Obra B	
		RUP cumulativa		RUP cumulativa	
Marcação dos pontos	Tubulação de laje	0,018	0,085	0,020	0,098
Instalação dos eletrodutos e caixas		0,067		0,078	
Marcação dos pontos	Tubulação de parede	0,012	0,255	0,005	0,219
Cortação e desbaste das canaletas		0,152		0,092	
Instalação dos eletrodutos e caixas		0,091		0,122	
Preparação e limpeza das caixas e tubulações	Enfição elétrica	0,021	0,196	0,011	0,201
Passagem das fiações e guias		0,098		0,107	
Fechamento e isolamento dos circuitos		0,078		0,064	
Teste dos circuitos		-		0,019	

A Figura 4 apresenta a estratificação do tempo laboral da mão de obra pelas diferentes atividades realizadas durante a execução do serviço de tubulação de laje, em valores de Hh

e percentagens, para o primeiro nível de atividades. Na Obra A (Figura 4a), a atividade de trabalho direto demandou a maior parte do tempo da equipe, representando 71,4%,

enquanto em 7,5% do tempo, a equipe permaneceu paralisada. Já na Obra B (Figura 4b), a equipe ficou paralisada durante 6,2% do tempo, ao passo que o trabalho direto ocupou

54,2%. A categoria atraso perfaz, respectivamente, 2,5% e 9,8% do tempo nas Obras A e B.

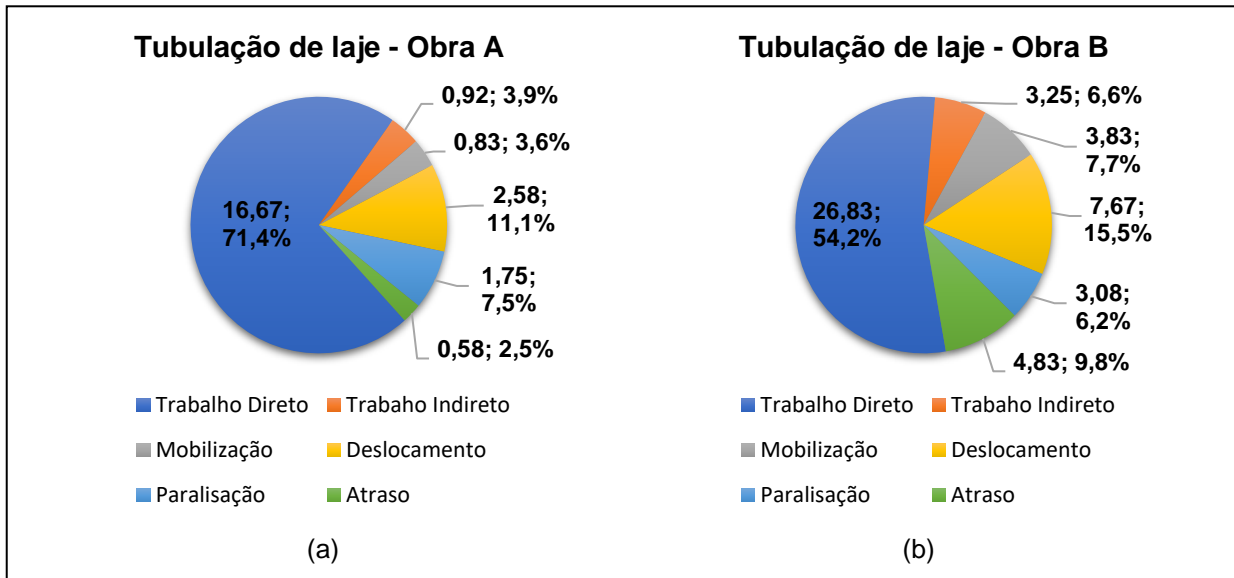


Figura 4 - Estratificação da mão de obra para o serviço de tubulação de laje.

Na Figura 5 é demonstrada a distribuição do tempo na atividade de tubulação de parede. Na Obra A (Figura 5a), o trabalho direto ocupou 72,6% do tempo da equipe e 60,4% na Obra B (Figura 5b). O trabalho indireto e a categoria

atraso ocuparam, respectivamente, 6,3% e 1,5% do tempo na Obra A, e 11,2% e 7,2% do tempo na Obra B. As demais atividades apresentaram um percentual de tempo similar em ambas as obras.

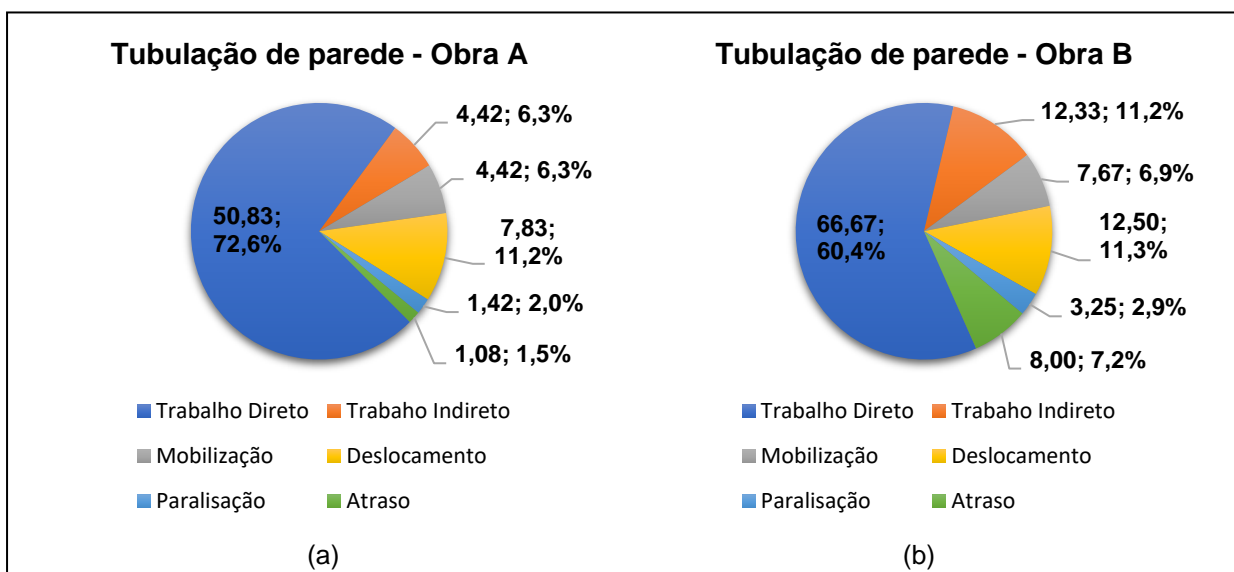


Figura 5 - Estratificação da mão de obra para o serviço de tubulação de parede.

A Figura 6 apresenta a estratificação do tempo laboral da mão de obra para o serviço de enfição elétrica nas duas obras analisadas. Os tempos de trabalho direto

foram semelhantes para as Obras A e B, sendo 76,4% e 71,9% respectivamente. Em relação à categoria atraso, observou-se um tempo de 4,2% na Obra A e 9,5% na obra B.

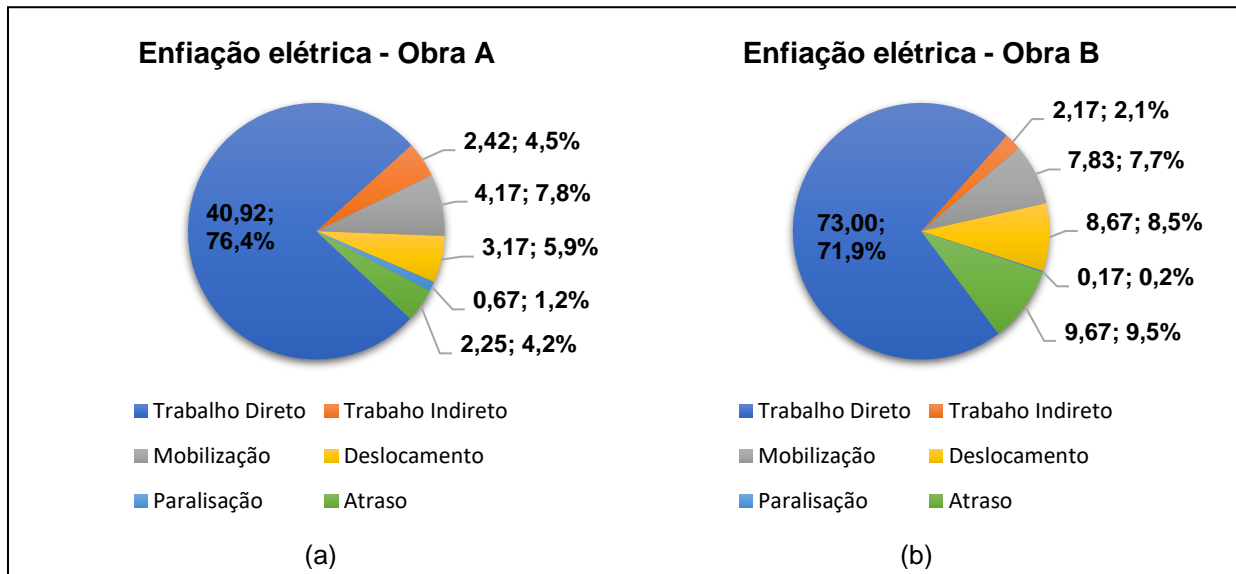


Figura 6 - Estratificação da mão de obra para o serviço de enfição elétrica.

A análise dos gráficos apresentados nas Figuras 4 a 6 permitiram a identificação das atividades que consumiram tempo e não agregaram valor ao trabalho a ser feito, em cada um dos serviços avaliados. A fim de

aprofundar a análise das principais ocorrências e possíveis causas dessa perda de produtividade, são apresentados a seguir os desdobramentos dessas atividades em um segundo nível.

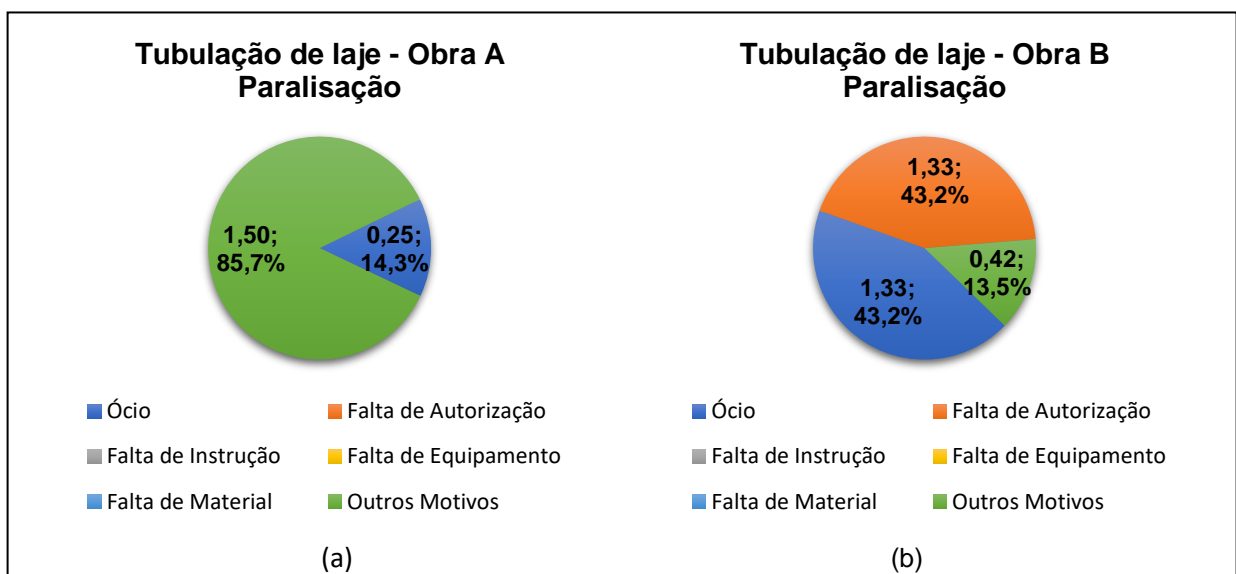


Figura 7 - Estratificação da categoria paralisação.

Na Figura 7 estão demonstradas as principais atividades que levaram a paralisação dos serviços de tubulação de laje. Na Obra A (Figura 7a) em 14,3% do tempo os colaboradores estavam ociosos e 85,7% do tempo os mesmos estavam paralisados devido a outros motivos (intervalo intrajornada). Já na Obra B (Figura 7b), as porcentagens de paralisação foram: falta de autorização (43,2%), ócio (43,2%) e outros motivos (13,5%).

A Figura 8 traz a distribuição das atividades que ocasionaram atraso no serviço de tubulação de laje na Obra B. Em 41,4% do tempo, a equipe teve que aguardar a finalização de tarefas anteriores para realizar o seu trabalho, ao passo que a realização de outros trabalhos obrigou a equipe a ficar aguardando 12,1% do tempo. Retrabalhos representaram 10,3% do tempo, enquanto o tempo parado para realizar uma ação consumiu 36,2% do tempo. Já na Obra A o tempo parado para realizar uma ação totalizou 0,58h e 100% da categoria atraso.

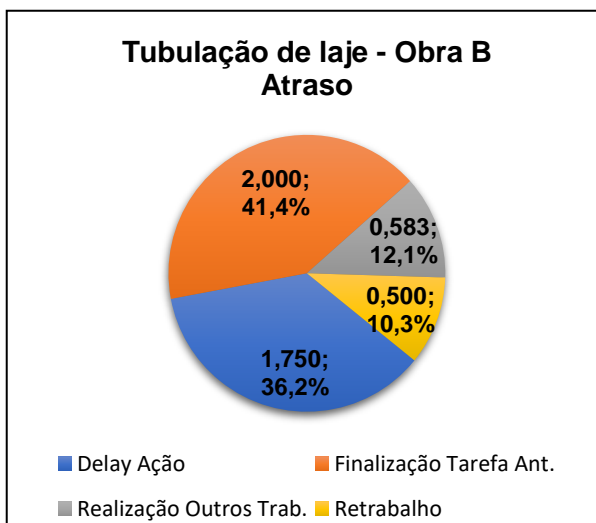


Figura 8 – Estratificação da categoria atraso.

É apresentada na Figura 9 a distribuição das atividades de trabalho indireto no serviço de tubulação de laje. Na Obra A (Figura 9a), a maior fração do tempo (84,9%) foi dedicada a serviços de limpeza de entulhos e o restante do tempo (15,1%) a tarefas de apoio. Enquanto, na Obra B (Figura 9b), 92,1% do tempo foi dedicada a serviços de limpeza de entulhos e as demais atividades somadas consumiram apenas 7,9% do tempo.

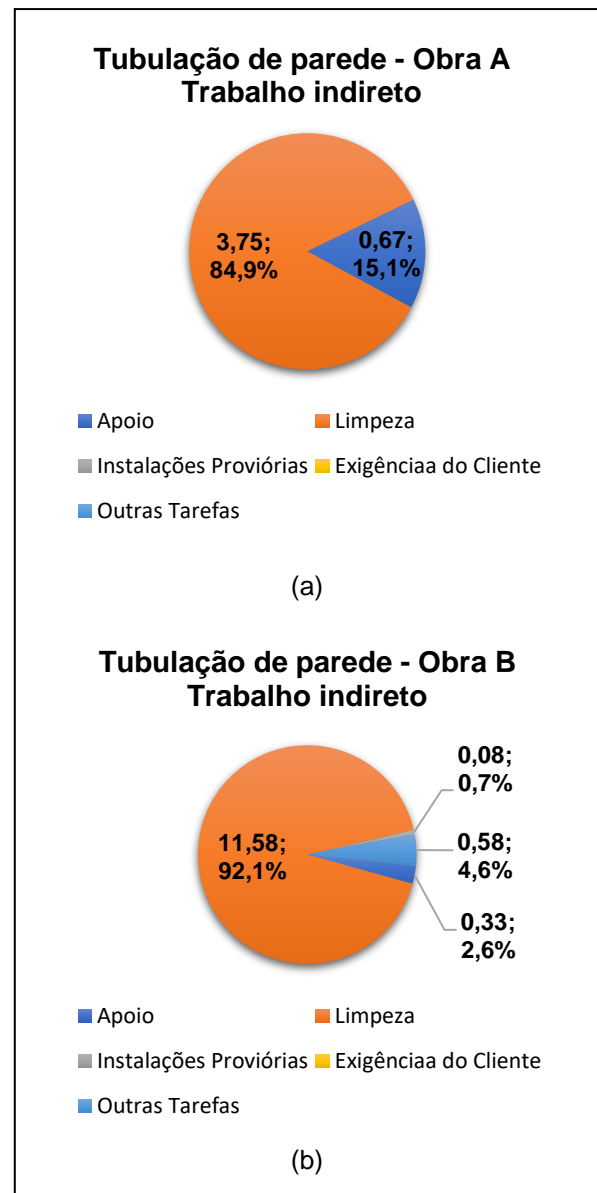


Figura 9 – Estratificação da categoria trabalho indireto.

Ainda para o serviço de tubulação de parede, observou-se na Obra B, que o tempo computado como atraso (8,0h; 7,2%) resultou, no segundo nível de atividades, principalmente, do tempo em que a equipe permaneceu sem realizar nenhuma ação (99%) e apenas 1% de atividades de retrabalho.

Na Figura 10 estão demonstradas as principais atividades que contribuíram para o atraso, nos serviços enfição elétrica. Na Obra A (Figura 10a) o tempo parado para realizar

uma ação consumiu 77,8% do tempo, ao passo que a realização de outros trabalhos obrigou a equipe a ficar aguardando 11,1% do tempo e a atividade de retrabalho também demandou os mesmos 11,1%. Na Obra B (Figura 10b), na maior parte do tempo (69,8%) a equipe permaneceu sem realizar nenhuma ação. Já o tempo dedicado a atividade de retrabalho foi maior (25%) e o tempo de espera devido a realização de outros trabalhos foi menor (5,2%), quando comparados à Obra A.

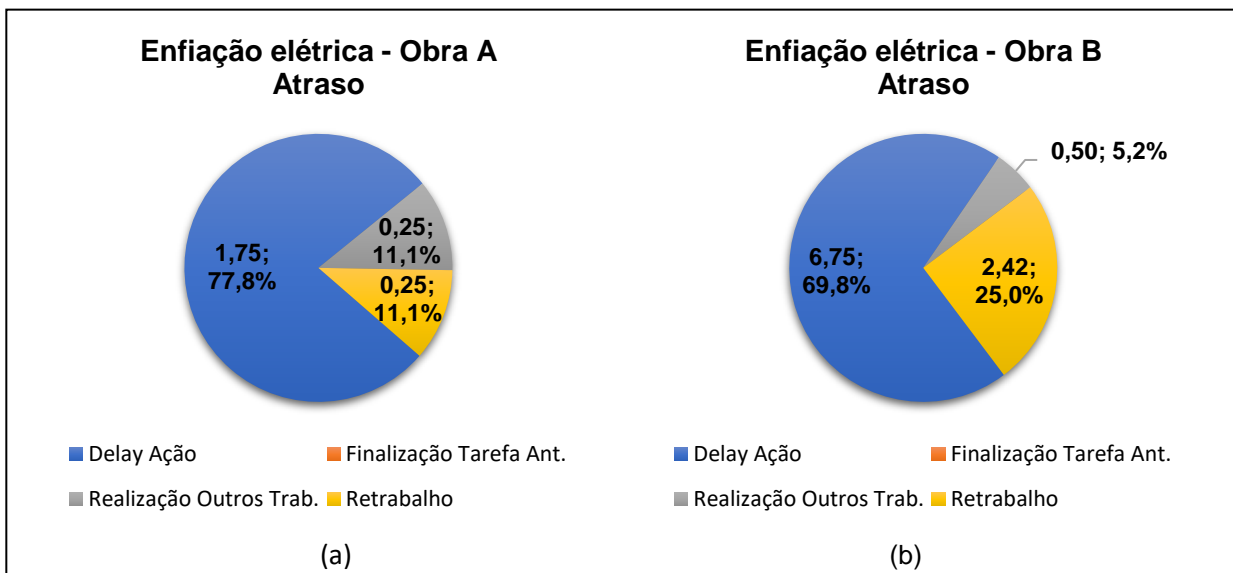


Figura 10 – Estratificação da categoria atraso.

O Quadro 1 a seguir apresenta os fatores relacionados ao conteúdo e ao contexto do trabalho, os quais foram observados durante a avaliação da produtividade da mão de obra nas Obras A e B. Além de configurarem as características nas quais os valores de produtividade foram alcançados, esses fatores sugerem a necessidade de melhorias para que sejam criadas condições favoráveis à produtividade. Além disso, ressalta-se que não

houve ocorrência de anormalidades que afetassem a produtividade, durante o período de realização da presente avaliação.

Quadro 1 – Fatores ligados ao conteúdo e ao contexto do trabalho.

Fatores		Obra A			Obra B		
		Tubulação de laje	Tubulação de parede	Enfição elétrica	Tubulação de laje	Tubulação de parede	Enfição elétrica
Conteúdo do trabalho	Tipologia das instalações: quanto ao tipo de instalação	Elétrica normal	Elétrica normal	Elétrica normal	Elétrica com infra-seca para automação	Elétrica com infra-seca para automação	Elétrica com infra-seca para automação
	Método de instalação: quanto ao método empregado para instalação das tubulações e encaminhamentos	Tubulações embutidas na laje	Tubulações embutidas nas paredes	Tubulações embutidas nas paredes	Tubulações embutidas na laje	Tubulações embutidas nas paredes e fixadas sobre pilares de concreto	Tubulações embutidas nas paredes e fixadas sobre pilares de concreto
	Sequência de execução: quanto a sequência adotada para a execução das tarefas que compõem os serviços	Muito adequada	Adequada	Muito adequada	Muito adequada	Adequada	Pouco adequada
Contexto do trabalho	Método construtivo da laje: quanto ao método empregado para construção da laje	Laje mista	Laje mista	Laje mista	Laje sólida	Laje sólida	Laje sólida
	Método construtivo das paredes: quanto ao método empregado para construção das paredes	Alvenaria comum	Alvenaria comum	Alvenaria comum	Alvenaria comum	Alvenaria comum	Alvenaria comum
	Altura do local de trabalho: quanto a sua influência no tempo de deslocamento vertical da equipe	38º andar Influência moderada	35º andar Influência moderada	17º andar Influência moderada	29º andar Influência moderada	22º andar Influência moderada	13º andar Influência moderada
	Congestionamento: quanto a realização concomitante de outros serviços no local de trabalho	Moderado	Moderado	Muito baixo	Alto	Baixo	Moderado
	Materiais e equipamentos: quanto a disponibilidade, qualidade, segurança e adequação ao trabalho	Adequados	Adequados	Adequados	Muito adequados	Muito adequados	Muito adequados
	Instalações do canteiro: quanto a sua estrutura de almoxarifado, refeitório, vestiário, organização, limpeza	Adequado	Adequado	Adequado	Muito adequado	Muito adequado	Muito adequado
	Condições climáticas: quanto a ocorrência chuvas e ventos durante a realização dos trabalhos	Favoráveis	Favoráveis	Favoráveis	Vento moderado	Favoráveis	Favoráveis

Por fim, são apresentados na Tabela 4 os indicadores de produtividade desenvolvidos, para cada uma das tarefas estudadas, dando origem ao conjunto de indicadores de produtividade da mão de obra proposto. Esses

valores indicam as produtividades referências, as quais podem ser alcançadas pelas equipes em condições ótimas de contexto e conteúdo, criadas a partir da implementação das ações de melhorias.

Tabela 4 – Conjunto de indicadores de produtividade da mão de obra.

Tarefas	Serviços	Obra A		Obra B	
		RUP potencial		RUP potencial	
Marcação dos pontos	Tubulação de laje	0,017	0,082	0,020	0,084
Instalação dos eletrodutos e caixas		0,065		0,065	
Marcação dos pontos	Tubulação de parede	0,009	0,243	0,005	0,197
Cortação e desbaste das canaletas		0,146		0,084	
Instalação dos eletrodutos e caixas		0,088		0,109	
Preparação e Limpeza das Caixas e Tubulações	Enfição elétrica	0,020	0,187	0,009	0,182
Passagem das fiações e guias		0,094		0,101	
Fechamento e isolamento dos Circuitos		0,073		0,058	
Teste dos circuitos		-		0,014	

5. Discussão

No intuito de contribuir com a gestão da produtividade da mão de obra em EEEs, o presente trabalho propôs uma alternativa para a avaliação da produtividade das equipes, baseada no Modelo de Estratificação. O modelo foi adaptado ao contexto dessas empresas e aplicado em duas obras reais de construção de edifícios, durante a execução de serviços de instalações elétricas. A avaliação

deu origem a um conjunto de informações acerca da produtividade das equipes, o qual é discutido nessa seção.

Inicialmente foram apresentados os indicadores de produtividade da mão de obra alcançados pelas equipes em cada uma das tarefas avaliadas (Tabela 2). Apesar desses indicadores revelarem a eficácia com que as equipes transformaram as entradas (Hh) em saídas (Qs), uma comparação direta entre os valores das duas obras não é recomendada.

De acordo com [Souza \(2006\)](#), existem várias razões que podem tornar um trabalho mais ou menos produtivo, as quais devem ser analisadas antes de se poder comparar, pura e simplesmente, o desempenho mensurado. Em vista disso, o presente trabalho buscou compreender os valores mensurados e identificar as atividades que potencialmente levaram a redução dessa produtividade. Para tanto, foi utilizada a análise do tempo gasto pelas equipes em cada uma das categorias pré-definidas.

Nas duas obras avaliadas foram constatadas altas taxas de trabalho direto, sendo superiores a 71% na Obra A e a 54% na Obra B para os três serviços avaliados, em comparação com as demais categorias. Possivelmente, essas porcentagens de trabalho direto foram alcançadas devido a prevalência de condições favoráveis à produção, configuradas nas Obras A e B, durante a avaliação realizada. Outro importante aspecto que pode ter contribuído para obtenção dessas taxas foi a dedicação exclusiva das equipes na execução dos serviços avaliados.

Embora [Thomas et al., \(1991\)](#) tenham encontrado baixa correlação entre o aumento do trabalho direto e a produtividade, outros autores, como [Picard \(2004\)](#), [Gouett et al. \(2011\)](#) e [Sheikh et al. \(2017\)](#) defendem que a produtividade pode ser melhorada com o aumento do trabalho direto. No contexto da presente avaliação, considerou-se como trabalho direto os tempos em que as equipes aplicaram esforços, equipamentos e materiais para a produção direta de saídas. Dessa

forma, presume-se que com um aumento do tempo de trabalho direto é possível obter uma maior quantidade de saídas, o que resulta em uma melhora da produtividade.

Analisando a distribuição do tempo pelas diferentes categorias nos serviços de tubulação de laje nas Obras A e B, identificou-se que os tempos de atraso, paralisação e trabalho indireto, contribuíram para a redução da produtividade. Ocorrências como a falta de autorização para ingresso no canteiro de obras, devido a não apresentação prévia da documentação necessária, bem como o tempo em que as equipes permaneceram ociosas ou sem realizar nenhuma ação foram observados. No caso específico da Obra B, foram verificadas porcentagens significativas de atraso devido ao tempo que a equipe permaneceu aguardando a finalização de tarefas anteriores. O motivo desse atraso foi a espera pela finalização do negativo da ferragem, o qual era necessário para a instalação dos eletrodutos. Ao aprofundarmos a análise dessa ocorrência, foi constatado que o superdimensionamento da equipe de instalação elétrica fez com que o avanço das tarefas de tubulação da laje superasse o ritmo das demais equipes (carpintaria e ferragem). Ainda na obra B, foi observado que o método construtivo da laje (laje sólida), por apresentar um grande emaranhado de ferragens, demandou da equipe maiores tempos de trabalho indireto, sendo esses relativos às atividades de apoio.

Tempos de atraso similares aos verificados no presente trabalho foram encontrados por [Sheikh et al. \(2017\)](#), na avaliação da

produtividade da mão de obra, realizada em cinco projetos de construção de edifícios no Paquistão. Os autores analisaram a correlação dessa categoria com o trabalho direto, e concluíram que o tempo de atraso afeta negativamente o trabalho direto. Além disso, os autores sugerem que ao reduzir o tempo gasto em atividades que não agregam ao trabalho a ser feito, é possível aumentar o tempo de trabalho direto e, finalmente, melhorar a produtividade do trabalho.

Da mesma forma, foram investigados os tempos das atividades que potencialmente afetaram a produtividade nos serviços de tubulação de parede. Em ambas as obras foram alcançadas altas taxas de trabalho direto: 72,6% na Obra A e 60,4% na Obra B. Quando foi investigado o porquê dessa diferença entre as porcentagens, percebeu-se que os tempos de trabalho indireto e atraso, verificados na Obra B, foram superiores em relação aos apurados na Obra A. Aprofundando-se a análise, foi identificado que as atividades relacionadas à limpeza de entulhos foram as principais responsáveis pelo maior tempo de trabalho indireto. De fato, na Obra B a limpeza de entulhos foi realizada diariamente, enquanto na Obra A foram executadas apenas no final de cada tarefa. Outro motivo revelado pela análise dos dados, que contribuiu para a redução da produtividade na Obra B, foi o tempo em que as equipes permaneceram sem realizar nenhuma ação (7,92Hh de um total de 110,42Hh).

Diante do exposto acima, esperava-se que o melhor desempenho da produtividade da mão de obra fosse verificado na Obra A, o que

não ocorreu. Através da análise dos indicadores exibidos na Tabela 3, observou-se que no serviço de tubulação de paredes, a equipe da Obra B alcançou uma produtividade superior à da Obra A, mesmo tendo apresentado menores taxas de trabalho direto. Buscando compreender esse resultado, recorreu-se a análise dos fatores relacionados ao conteúdo e contexto do trabalho. A análise do conteúdo do trabalho revelou que

cerca de 1/4 do total de pontos elétricos da Obra B foram instalados diretamente sobre pilares de concreto, não havendo aplicação de mão de obra para a cortação e desbaste das canaletas, o que, possivelmente, influenciou a produtividade alcançada pela equipe. Tais resultados consolidam a importância dos fatores na compreensão dos valores de produtividade obtidos.

Nos serviços de enfição elétrica também foram verificadas altas taxas de trabalho direto nas duas obras avaliadas: 76,4% na Obra A e 71,9% na Obra B. Essas taxas indicam que a mão de obra se ocupou, na maior parte do tempo, com a produção direta de saídas, o que colaborou com a produtividade alcançada. A análise dos resultados obtidos revelou ainda que a categoria de atraso pode ter sido a principal responsável pela redução da produtividade observada, principalmente, na Obra B, na qual as equipes permaneceram tempos consideráveis sem realizar nenhuma ação e executando atividades de retrabalho.

A estratificação do tempo gasto pelas equipes em cada uma das atividades pré-definidas, realizada através da aplicação do método proposto, deu origem a um conjunto

valioso de informações acerca da produtividade da mão de obra. A partir da análise dessas informações, torna-se possível planejar ações de melhorias, de modo a promover uma melhora nas condições de trabalho e criar um ambiente favorável à produtividade da mão de obra. Acredita-se que, através da implementação de ações de melhorias e aplicação de esforços no planejamento e controle da produtividade, podem ser obtidos ganhos de produtividade nos serviços avaliados.

6. Conclusão

O presente trabalho propôs uma alternativa para a gestão da produtividade da mão de obra de EEEs que atuam na execução dos subsistemas das edificações. Um modelo para avaliação da produtividade da mão de obra foi adaptado ao contexto dessas empresas e suas etapas de desenvolvimento foram apresentadas. Após a aplicação do Modelo de Estratificação à duas obras reais de construção de edifícios, durante a execução de serviços de instalações elétricas, foram identificadas as atividades que potencialmente contribuíram para a redução da produtividade. Após a análise qualitativa dessas atividades foi apresentado um conjunto de indicadores de produtividade da mão de obra para os serviços avaliados, indicando as produtividades de referência, passíveis de serem alcançadas pelas equipes em condições ótimas de contexto e conteúdo.

Os resultados de produtividade da mão de obra alcançados estão limitados aos serviços

avaliados no presente trabalho. Para trabalhos futuros sugere-se avaliar outros serviços de instalações, como por exemplo hidráulicas e de climatização, bem como ampliar o conjunto de serviços de instalações elétricas, de modo a contemplar as demais atividades que integram todas as instalações de uma edificação.

Referências

Araújo, L.O.C., 2000. Método para a previsão e controle da produtividade da mão de obra na execução de fôrmas, armação, concretagem e alvenaria. Dissertação – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, p.385, São Paulo.

Araújo, L.O.C., Carmen, H.T., Carvalho, M., 2013. A new model of productivity management as an aid to deadline management. Proceedings of the 19th International CIB World Building Congress, Brisbane: Queensland University of Technology.

Ballard, G., 1994. The last planner. Construction Institute Publication. Monterey: Lean Construction Institute. Disponível em: http://www.leanconstruction.dk/media/18187/The_Last_Planner_.pdf. Acesso em: nov. 2018.

Cardoso, F.F., 2003. Certificações 'setoriais' da qualidade e microempresas. O caso das empresas especializadas de construção civil. Tese – Universidade de São Paulo, p.210, São Paulo.

Gouett, C., Caldas, H., Goodrum, M., Haas, T., 2001. Activity analysis for direct-work rate improvement in Construction. Journal of Construction Engineering and Management, 137 (2011) p. 1117-1124, ASCE, U.S.A.

Martins, P.M.L., 2013. Avaliação da produtividade na construção no Brasil. O modelo de estratificação. Dissertação - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, p.91, Portugal.

Mattos, A.D., 2010. Planejamento e controle de obras (1°.ed.). Editora PINI, p.420, São Paulo.

Nasirzadeh, F., Nojedehib, P., 2012. Dynamic modeling of labour productivity in construction projects. *International Journal of Project Management*, 31 (2013) 903–911.

Pereira, A.M., Barco, C.F., Utiyama, M.H.R., Razzino, C.A., Cintra, P.F. 2015. Aplicação da construção enxuta (lean construction) na construção civil. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Ceará. Disponível em: <http://abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_206_227_28529.pdf>. Acesso em: nov. 2018.

Pereira, S.R., Filippi, G.A, Cardoso, F.F., 2000. Micro e pequenas empresas fornecedoras de mão de obra da construção civil: caracterização, organização e estratégias. II Congresso Internacional de Tecnologia e Gestão da Qualidade na Construção Civil, Recife.

Picard, H. E., 2004. Direct labor productivity measurement - As applied in construction and major maintenance projects.” Recommended Proactive No. 22R-01, American Association of Cost Engineers Int. (AACE).

Sheikh, N. A., Ullah, F., Ayub, B., Thaheem, M. J., 2017. Labor productivity assessment using activity analysis on semi high-rise building projects in Pakistan. *Engineering Journal*, 21 (2107) p. 273-286.

Souza, R., Abiko, A., 1997. Metodologia para desenvolvimento e implementação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte. *Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo*, p.46, São Paulo.

Souza, U.E.L., 2006. Como aumentar a eficiência da mão de obra: manual de gestão da produtividade na construção civil (1°.ed.). São Paulo, Editora PINI.

Thomas, H.R. 1991. Labor productivity and work sampling: the bottom line. *Journal of Construction Engineering and Management*, 117 (1991) p.423-444, ASCE, U.S.A.

Thomas, H.R., Ellis, R.D. 2009. Fundamental principles of weather mitigation. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 14 (2009) 29-35, ASCE, U.S.A.

Thomas, R., Guevara, M., Gustenhoven, T., 1984. Improving productivity estimates by work sampling. *Journal of Construction Engineering and Management*, 110 (1984) p.178-188, ASCE, U.S.A.

Thomas, H.R., Yiakoumis, I., 1987. Factor model of construction productivity. *Journal of Construction Engineering and Management*, 113 (1987) p.623-639, ASCE, U.S.A.

Ulubeyli, S., Kazaz, A., Bayram, E. 2014. Planning engineers’ estimates on labor productivity: theory and practice. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 119 (2014) p.12-19.