

## ESTUDO DE CASO: O GERENCIAMENTO DE PRODUTIVIDADE NO CANTEIRO DE UMA OBRA VERTICAL ATRAVÉS DO USO DA METODOLOGIA SCRUM E DO INDICATIVO RUP

**Carlos Newton Santos Baima<sup>(1)</sup>**

Concluinte do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Estado do Pará.

**Prof. Dra. Andreia do Socorro Conduru de Souza<sup>(2)</sup>**

Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará. Doutora em Desenvolvimento Socioambiental pela Universidade Federal do Pará.

### RESUMO

O estudo de caso retrata o gerenciamento e a extração de dados da produtividade da mão de obra da construção civil, em diversas atividades, em uma execução de edificação, em Belém do Pará. Tendo como problemática a incompatibilidade dos índices de produtividade em orçamentos e planejamentos, frente aos indicativos praticados na construção, o objetivo desse estudo é coletar e avaliar os índices de produtividade das atividades executivas da obra, utilizando o método da razão unitária de produção (RUP), para gerar um banco de dados coeso e comparativo que auxilie a empresa executora em orçamentos de futuras edificações, e consiga mensurar o planejamento e as alterações de orçamento da construção em estudo, por isso, o intuito de abranger diversos serviços, a fim de aumentar o *Know how* da construtora. Para o estudo, foram coletados dados de produtividade, de abril/2023 até setembro/2023, através das informações do relatório diário de obra (RDO). Vale destacar, que o método gerencial *scrum*, também, foi usado para potencializar a capacidade produtora das equipes operacionais, através de atividades de gestão de tempo. Ademais, os resultados obtidos demonstraram uma melhora contínua de produtividade nas atividades, após a execução de 3 repetições do mesmo serviço, gerando assim, uma evolução na “curva de aprendizagem” da atividade e acelerando o processo de execução do projeto. Após, o uso das ferramentas utilizadas, verificou-se que algumas atividades conseguiram ser mais econômicas até 54% e mais produtivas até 83% frente ao orçamento, o que indica um ganho financeiro muito representativo para a obra, pois além de economizar nas horas dos funcionários operacionais, conseguem com a produtividade mais efetiva dos serviços, antecipar o término da obra e, conseqüentemente, diminuir os custos indiretos da construção.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gerenciamento. Produtividade. Orçamento. Planejamento.

### ABSTRACT

The case study portrays the management and extraction of data on the productivity of construction labor, in various activities, on a building project in Belém do Pará. With the problem being the incompatibility of productivity indices in budgets and planning, compared to the indications practiced in construction, the aim of this study is to collect and evaluate the productivity indices of the work's executive activities, using the unit production ratio (UPR) method, to generate a cohesive and comparative database that will help the executing company in budgets for future buildings, and can measure the planning and budget changes of the construction under study, therefore, the intention to cover various services, in order to increase the construction company's know-how. For the study, productivity data was collected from April/2023 to September/2023, using information from the daily work report (RDO). It is worth noting that the Scrum management method was also used to boost the production capacity of the operational teams through time management activities. In addition, the results obtained showed a continuous improvement in productivity in the activities, after 3 repetitions of the same service, thus generating an evolution in the "learning curve" of the activity and speeding up the project execution process. After using the tools, it was found that some activities were more cost-effective.

**KEYWORDS:** Management. Productivity. Budget. Planning.

## 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, transformações ocorreram em diversos ambientes da construção civil, e, indubitavelmente, dois dos setores que necessitam de aprimoramento são as áreas de elaboração de orçamento e planejamento, pois devido ao caráter dinâmico das atividades, nos canteiros de obras, aliado a qualidade que necessita na execução, essas são as etapas que mais podem gerar ônus dentro de uma obra, e por isso precisam de constante evolução. Logo, a não previsão dos aumentos de material, o desconhecimento da rentabilidade de cada produto aplicado e, principalmente, o dimensionamento errôneo de mão de obra, vão implicar em índices e análises que vão nortear de maneira errada a previsão de custo e cronograma da construção. Tendo isso em vista, será possível observar o impacto da produtividade da mão de obra dentro do custo da edificação, haja vista que a mão de obra (MDO) é parte da composição financeira unitária dos serviços executados. Além disso, com os índices de produtividade definidos, é seguramente mais assertivo o processo de planejar a obra, pois com os índices estabelecidos é possível determinar as datas finais de cada atividade dentro do canteiro. Por isso, Oliveira (1999) defende que um estudo de produtividade é indispensável para obter previsões de custos para futuras construções, acervo de rentabilidade de materiais e premissas de planejamento para melhorar o cronograma de obra.

Ademais, com o orçamento implicando em índices de produtividade não exequíveis ou muito demorados, o planejamento fica refém e por efeito “cascata” acaba, também, sendo feito de maneira errada, apontando um período inexecutável de execução ou estendendo a entrega da obra e, conseqüentemente, aumentando os custos indiretos e onerando em outras variáveis, como no aumento do valor da mão de obra e no aumento do valor de material. Sendo assim, ao explicar em seu trabalho sobre a produtividade, partindo da sua premissa inicial e conectando-a com a construção civil, Oliveira pontua que:

A definição clássica do Princípio da Produtividade, apresentada em 1910 por Henry Ford, indica que a especialização é a chave para aumentar a capacidade de produção de um homem e a redução de custos numa linha de montagem e este sistema tende a ser adaptado para a construção civil com o intuito de reduzir o custo da mão de obra bem como o prazo de sua utilização durante a execução do empreendimento. (Oliveira, et al, 2022, p.8)

O estudo da produtividade auxilia no aumento da capacidade de produção de uma construtora, implicando na redução de custos na linha de montagem do produto, no caso, o produto é uma edificação vertical. Em razão disso, fica evidente que um bom estudo de produtividade resulta em um orçamento e em um planejamento mais realista, contemplando índices de produtividade coerentes com a mão de obra (MDO) usada pela executora da construção. Além disso, o estudo de produtividade auxilia, também, na contratação de MDO para obras futuras, haja vista que existem atividades que tem seus processos executivos repetidos em qualquer edificação, portanto, é possível analisar a “curva de aprendizagem” que ocorre em cada equipe de produção. Dessa forma, é exequível a realização de um histórico dos grupos de trabalho, para ter ciência de quais são capazes de entregar um serviço mais célere e de qualidade, criando assim equipes especialistas em cada serviço, e desse modo, tornando a especialização como base do aumento de produtividade da mão de obra (ibid).

Nessa perspectiva, busca-se mostrar que através do gerenciamento das atividades da obra, é possível uma retroalimentação periódica que vai deixar cada vez mais correto o planejamento. Neste sentido, afirmamos que o planejamento é algo dinâmico e que esse gerenciamento retroalimentar auxilia no cronograma dos serviços predecessores da edificação e na futura visão de possíveis falhas no orçamento. Diante do exposto, é evidente a escolha da metodologia *Scrum* para o gerenciamento dos dados extraídos, por ser uma técnica gerencial que potencializa a capacidade produtora das equipes operacionais, além disso, Sutherland, criador da metodologia, caracteriza o método como capaz de aumentar a celeridade de processos e apresenta o diferencial do método frente aos utilizados, com a seguinte explicação:

Trata-se de uma mudança radical em relação às metodologias prescritivas e hierarquizadas empregadas no passado no gerenciamento de projetos. Ao contrário delas, o *Scrum* se assemelha a sistemas evolucionários, adaptativos e autocorretivos. Desde sua concepção, a estrutura do *Scrum* se tornou a maneira como o setor de tecnologia cria novos *softwares* e produtos. (Sutherland, 2019, p. 7)

Dessa forma, o *Scrum* foi o método gerencial usado para fazer uso e potencializar o estudo da produtividade da mão de obra, que é executado através do gerenciamento das atividades, visto que auxilia diretamente no planejamento da edificação e cria uma base de dados que possibilita um cronograma e um orçamento mais realista dentro das condições de MDO apresentadas.

Em suma, é fulcral que os 3 pilares da engenharia (Orçamento, Planejamento e Gerenciamento) estejam em sincronia para que prejuízos financeiros sejam evitados. Portanto, convém citar Sena (2018), que em seu artigo de gerenciamento de obras, aduz que é necessário planejamento e controle para manter o custo e garantir qualidade:

O planejamento, assim como o controle são indispensáveis para garantir a qualidade, a finalização do projeto dentro das datas previstas, o controle de gastos, levando em consideração que os gastos foram orçados corretamente, benefícios técnicos como a entrega do projeto de acordo com as especificações projetadas, além da satisfação do cliente devido ao cumprimento do prazo, dos custos e da qualidade possibilitadas pelo planejamento adequado do processo de construção. (Sena, 2018, p.18)

Ainda em sua obra, Sena (2018), apresenta a conexão entre a produtividade e o planejamento de obras para o gestor, engenheiro da obra, com a seguinte escrita:

Ao engenheiro, o planejamento possibilita informações sobre a produtividade dos setores de orçamento e planejamento, a duração das tarefas e as sequências executivas das atividades previstas. (Sena, 2018, p.12)

O trabalho conectou o método gerencial *Scrum* com o estudo de produtividade, visando a entrega de um banco de dados de produtividade realista e condizente com mão de obra (MDO) utilizada, principal objetivo do trabalho. Esses indicativos em razão unitária de produção (RUP) coletados, vão auxiliar a empresa em seus processos orçamentários e de planejamento, tendo referências de mão de obra já praticadas em suas construções, e, além disso, uso do método *Scrum* potencializa a capacidade produtiva da equipe operacional em qualquer construção e é adaptável para inúmeras atividades executivas.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 O MODELO GERENCIAL *SCRUM* E O MÉTODO DE RAZÃO UNITÁRIA DE PRODUÇÃO (RUP)

#### 2.1.1 O *SCRUM*

O *Scrum* é um método gerencial quantitativo, qualitativo, com contribuições do ciclo PDCA e que visa auxiliar o desenvolvimento de projetos que tenham curto prazo, através de estratégias de trabalho em equipe que tornem mais célere o processo de execução, diminuindo os principais atrasos recorrentes, eliminando gargalos futuros com um planejamento de “pré execução” estipulado e alinhando as equipes da melhor forma, mostrando-as o objetivo final do projeto. O criador da metodologia, Sutherland (2019), defende que no *Scrum* tudo se alinha, principalmente, a unidade de propósito e a clareza do objetivo.

A construção civil de obras é realizada através de inúmeros processos executivos que devem seguir uma sequência pré-estipulada, que respeite as imposições técnicas e de qualidade. Visto isso, é possível integrar o método gerencial *scrum* aos canteiros de obras, pois a metodologia se utiliza de serviços sequenciados para definir objetivos claros e analisar possíveis gargalos que poderiam aparecer durante a realização das atividades (Mello, 2010). Além disso, dentro dos canteiros de obra, é necessário um gerenciamento de tempo sobre as atividades que estão sendo realizadas, para extrair informações que vão auxiliar na projeção de custos e planejamento da obra. Dessa forma, é possível conectar os benefícios do *scrum*, como as limitações de ciclos ou *sprint*<sup>1</sup>, citados por Frota, Weersma e Weersma (2016), com os canteiros de obras. O *sprint* é um evento de tempo determinado e, obrigatoriamente, inferior a um mês, na metodologia *scrum*, e que atribuída às atividades que ocorrem na construção, geram dados de produtividade que auxiliam no planejamento da construção, além de que com a finalização de um *sprint* no *scrum*, é gerado um relatório apontando todas as dificuldades com a execução da atividade dentro daquele período, criando assim um conhecimento que visa potencializar a execução das mesmas atividades, posteriormente, criando ciclos com duração de tempo menor em relação aos outros que já foram executados, e assim, acelerar e aumentar a transparência dos processos.

O *scrum* é um conjunto de estratégias que visa potencializar a gestão de projetos, e por ter como características ser interativo, retroativo, dinâmico e com *feedbacks*, ele é usado, também, no desenvolvimento e planejamento dos projetos. Esta metodologia, segundo os autores Vidal e Massari (2018), é composta por três componentes, o *Product Owner*, o *Scrum máster* e o time de desenvolvimento. Em Sumo, o *Product Owner* é o dono do produto, responsável por sua idealização e propósito, pelo contato direto com quem vai usufruir desse produto pronto e por

<sup>1</sup> O *sprint* é um ciclo de tempo do método *Scrum*, sua duração é de duas a três semanas e tem metas estabelecidas. Todo Sprint tem seu início, conteúdo, execução e fim (Cruz, 2018, p. 56).

interligar os interesses dos clientes com a realização executiva do produto. Em segundo plano de hierarquia, vem o *Scrum Master*, que é responsável pela gerência do time de desenvolvimento, sendo o responsável direto pela execução do produto, garantindo seu prazo, sua qualidade e suas características compatíveis com o escopo criado pelo *Product Owner*, desse modo o *Scrum máster*, também, é responsável por cronograma e custo do produto. Por fim, o time de desenvolvimento é o time ordenado pelo *Scrum máster*, para a realização executiva do produto seguindo as orientações de escopo.

Neste contexto, é equiparável o método *Scrum* com a realidade das construções, onde é possível comparar o *Product Owner* com os CEO's e executivos das construtoras e incorporadoras, o *Scrum Master* com os engenheiros e gestores de obra e o time de desenvolvimento com as equipes operacionais das obras, formadas por operários e colaboradores que trabalham nos canteiros das edificações.

Conhecendo os componentes da metodologia, para Vidal e Massaria (2018), o *Scrum máster* é o responsável pela aplicação das técnicas do método gerencial, haja vista que o próprio é responsável pela gerência da equipe operacional, portanto, reúne os comandados e executa as reuniões de alinhamento de equipe, com o objetivo de melhorar a execução das atividades, focando na redução de tempo para a realização das tarefas e na antecipação de gargalos que podem onerar em tempo o serviço. Ademais, o gestor da obra, também, é responsável pelo cronograma de serviços que será realizado, sendo assim, possível uma interligação de qualquer modelo de construção com a metodologia gerencial *Scrum*.

Uma edificação de 20 andares tem seu tempo variado de acordo com diversos fatores, entre eles, sua dimensão, a dificuldade do abastecimento de materiais, o seu fluxo de caixa e entre outras causas. Entretanto, seja qual for o prazo da obra, ela é realizada através da execução de pequenas tarefas sequenciadas que precisam ter o gerenciamento delas para que o sequenciamento seja o mais assertivo e o retrabalho pela precipitação de serviços seja eliminado. Portanto, um modelo gerencial é necessário dentro do canteiro de obras.

Sendo assim, o método *Scrum*, segundo Sutherland (2019), colabora para a visualização antecipada de imprevistos e mudanças que devem ser feitas antes da execução, evitando os retrabalhos. Além disso, a metodologia prioriza muito a gestão de tempo sobre as atividades e seus resultados gerados, pois isso exemplifica o desempenho das equipes na realização das tarefas. Portanto, a análise do tempo de execução, explorando os pontos que mais oneraram em tempo a atividade, faz com que o desenvolvimento do produto seja sempre aprimorado, tanto no quesito qualidade quanto, também, no que se refere a celeridade do serviço. Visto isso, a figura principal da metodologia *Scrum* dentro do canteiro de obras é o *Scrum máster*, representado pelo engenheiro e gestor da obra.

### 2.1.2 O MÉTODO RUP

Diante o exposto, é fundamental que além da gerência dos serviços para o aprimoramento e recebimento correto das atividades, é necessário o uso de um indicativo de produtividade que seja comparável, coeso e de fácil extração. Por isso, Souza (2001), aponta o método Razão Unitária de Produção (RUP) como o mais indicado, haja vista, que o quociente da divisão entre o número de horas trabalhadas (Hh) e a quantidade produzida em serviço (Qs) estabelece um indicativo condizente e propenso para comparações com a mesma atividade em outros canteiros e frentes de atividades. Sendo assim, o resultado extraído dessa fórmula de razão unitária de produção (RUP), expressa um valor encontrado através do quantitativo de horas despendidas pelo time de desenvolvimento, dividido pela quantidade de serviço executada, sendo assim, quanto menor for o número extraído dessa relação, melhor é a produtividade da equipe, indicativo de fácil extração e interpretação. Na equação abaixo, é mostrado a razão unitária de produção.

$$\bullet \quad RUP = \frac{Hh}{Qs} \quad \text{equação (1)}$$

Como expressa Souza (2006), sempre vão ter dúvidas sobre quais circunstâncias o indicativo de produtividade foi extraído, por isso, é essencial a presença do gestor de obras no acompanhamento do estudo de produtividade, para que o próprio faça suas considerações, ressaltando peculiaridades de projeto e execução, para quando o indicativo for interpretado para ser parâmetro em outro empreendimento.

Em sua obra, Araújo (2000), define os tipos de razão unitária de produção (RUP), de acordo com seu período. Os modelos explanados são: RUP diária; RUP cumulativa e RUP potencial. A RUP diária é extraída através dos valores de homem-hora usados em um período de 1 dia e a quantidade produzida pela equipe em estudo, ao fim desse período diário é feita uma avaliação que deve contemplar todos os gargalos da equipe durante o dia, para que seja computado apenas as horas de trabalho que não tiveram interferência externa, seja ela por ingestão da obra ou por algum evento que tenha atrapalhado o serviço, como condições climáticas desfavoráveis e tempo de deslocamento do material até a frente de serviço, após essa avaliação, o indicativo extraído é válido para comparações e definições da equipe.

A RUP cumulativa é extraída dentro de um ciclo de trabalho, seja ele estipulado por tempo, meta ou por metragem que deve ser executada, após essa definição, é feita a gerência diária desse indicativo até que a condição estipulada seja alcançada, pode-se dizer que as somas das RUP's diárias, com a divisão pelo número de dias observados, nesse período, vão formar a RUP cumulativa. Ainda segundo Araújo (2000), a RUP diária capta fatores que vão influenciar sobre a produtividade da equipe, podendo criar alertas de soluções que devem potencializar a execução do serviço. A RUP cumulativa, segundo Araújo, vai oferecer tendências de produtividade a longo prazo, sendo assim, essencial para previsões de consumo de mão de obra (MDO), elaboração de histogramas de MDO, duração dos serviços e planejamento da obra. A RUP potencial aponta uma produtividade característica, possível de ser repetida em grande quantidade caso o conteúdo da atividade executada não tenha alteração, ela é extraída, matematicamente, através da mediana entre os valores de RUP's diárias que são inferiores ao resultado de RUP cumulativa, dentro do período gerenciado para extração dos indicativos.

## 2.2 A CURVA DE APRENDIZAGEM E A PRODUTIVIDADE

A qualidade na entrega dos produtos é algo obrigatório para todas as construções, como diz Maruoka e Souza (1999), portanto, estes defendem que o diferencial das edificações nos dias hodiernos seja a busca contínua pelos melhores índices de desempenho, para obter indicadores que auxiliem na otimização do uso dos recursos financeiros, físicos e humanos disponíveis, visando congrega todos esses fatores que executam a obra.

Entretanto, é rotineiro se deparar com atrasos de obra, orçamentos furados e, em sumo, resultados que não atendem as expectativas. Esse acúmulo de resultados se dá pelo descumprimento ou cumprimento incorreto de atividades predecessoras que acumuladas resultam em aumento no custo da execução, descumprimento de prazos e, conseqüentemente, perda de credibilidade e performance da empresa executora (Leão, 1997).

Sendo assim, é necessário, em um planejamento, afinar o índice de produtividade com a curva de aprendizado.

A curva de aprendizagem, como aponta Souza (1996), ocorre de maneira significativa em atividades de longa duração e com alto efetivo de mão de obra inicial. Posto isso, consegue-se aliar a construção vertical que possui diversas atividades em repetição e que levam uma duração extensa para a sua execução total.

Portanto, como defende Gates e Scarpa (1972), a aplicação mais coerente da curva de aprendizagem nas construções civis são a alocação da mão de obra, que pode ser facilmente avaliada quando você procura executar a atividade usando o mesmo profissional, logo, isso pode se estender a longo prazo com a fidelização do funcionário para a execução do serviço, além de torná-lo especialista na execução da atividade em questão.

## 2.3 A ORGANIZAÇÃO E PLANEJAMENTO OPERACIONAL, E O MÉTODO *SCRUM* E SUA RELAÇÃO COM A PRODUTIVIDADE EM OBRA.

A organização operacional realizada com os indicativos corretos faz com que o planejamento e o andamento da obra decorram de maneira assertiva, dentro do prazo e sem imprevistos financeiros. Por isso, Goldman fala:

O primeiro passo necessário para que se tenha um bom planejamento de obra é a organização. A construção de um modo geral é um complexo que se deve ser bem caracterizado quanto seus insumos (materiais, mão de obra e equipamentos). É baseada neste fato que se verifica a necessidade de um plano, discriminando – o e procurando-se organizar as várias fases da execução da obra e ao mesmo tempo, englobando tudo que afete diretamente a construção (GOLDMAN, 2004, p.27).

Em vista disso, torna-se indispensável, o gerenciamento que engloba os índices de produtividade e a rentabilidade dos materiais, a fim de evitar gastos não planejados e cronogramas atrasados. Esse gerenciamento é fulcral para os objetivos de médio e longo prazo da empresa, pois ele feito acompanhando os serviços executivos, vai gerar resultados que vão além do indicativo de produtividade, pois será possível entender todas as condições em que o índice de produtividade foi adquirido, tanto dentro de suas diversas variáveis executivas, como abastecimento de material, condições climáticas e controle de efetivo, quanto, também, será possível mensurar a dificuldade de execução do projeto, que pode exigir áreas de maior detalhe na execução, onde vai requerer um tempo maior para os acabamentos e, conseqüentemente, uma menor produtividade, por isso, Souza (2006) defende que é essencial o acompanhamento do gestor da obra no estudo de produtividade.

Além disso, para uma construção atingir seus objetivos é necessário passar metas de maneira estratégica ao setor operacional, portanto, planos de “ataque”, programação antecipada de serviços predecessores e outras ideias são colocadas para auxiliar o melhor planejamento e a melhor tomada de decisão do gestor responsável. Isto posto, é fundamental que a equipe esteja alinhada com o objetivo macro que é passado pelo gestor da obra, o também chamado *Scrum Máster*. Sendo assim, o *Scrum*, como forma de estratégia organizacional, aparece como um meio para direcionar os diferentes serviços do canteiro de obras, em prol do objetivo maior passado a toda equipe de forma clara e, também, a favor de um melhor cronograma da obra. Por isso, Jeff Sutherland (2019), o criador da

metodologia *Scrum*, escreve que “tudo se alinha: Posicionamento Cuidadoso, unidade de propósito e clareza de objetivo”.

Dessa maneira, essa escrita de Sutherland valida que é, indubitável, ficar exposto para toda a equipe qual é o maior propósito da organização com aquele produto. Logo, cria-se a necessidade do líder da equipe construtiva da obra (*O Scrum Master*) dividir, de acordo com afinidade e produção, as suas equipes e deixá-las ciente da meta que deve ser alcançada.

Sendo assim, também é necessário, por ser intrínseco à divisão de tarefas, o repasse de autonomia e responsabilidade à equipe. Por isso, em seu artigo “*The New Product Development Game*” (em português, “O novo jogo de desenvolvimento de produto”), voltado para encontrar, através de pesquisas, quais características empresas com grande êxito mundial, em suas áreas, tinham em comum, Takkeuchi (1986) escreve que toda equipe de alto rendimento necessita de características como: autonomia, autotranscedência e fertilização cruzada.

Portanto, o *Scrum* é uma ferramenta de gerenciamento organizacional que vai auxiliar na potencialização da produtividade da mão de obra (MDO) e, conseqüentemente, ajudar na coleta de dados para a retroalimentação de índices de produtividade, já supracitada, a qual é necessária para que o planejamento funcione de maneira homogênea e assertiva. Com essa retroalimentação, o planejamento ficará de acordo com o que constata Mattos (2010), pois segundo sua obra, o planejamento deve definir a data inicial e a data fim de cada atividade, montando uma linha de produção conforme a peculiaridade da construção. Portanto, é necessária a retroalimentação de índices de produtividade para delimitar o tempo das atividades e prever a necessidade de recursos materiais para a execução da etapa da obra.

## 2.4 NORMA ISO 1006:2000

Para o estudo de caso presente é válida a utilização, como base, da Norma Brasileira (NBR) ISO 1006:2000: Diretrizes para a qualidade no gerenciamento de projetos. Essa NBR fomenta a utilização de ferramentas gerenciais que tenham características de, através dos controles de execução, proporcionar uma potencialização do conhecimento sobre a atividade e desenvolva as habilidades individuais e coletivas sobre a prospecção do projeto. Exposto isso, Marques e Pinho (2016), pontuam que a NBR ISO 1006:2000 define o projeto como um procedimento executivo ímpar que é constituído por um grupo de atividades que devem ser gerenciadas e, nesse gerenciamento, deve ser apontado as datas iniciais e finais de cada processo executado para a conclusão do projeto dentro das suas características. Dessa forma, vale destacar que o método gerencial *scrum* é uma ferramenta que possui característica conforme a pregada na norma e que o controle através do método da razão unitária da produção (RUP) contempla, intrinsecamente, as datas necessárias para que o projeto seja executado de forma concordante a norma.

## 3 METODOLOGIA

### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA E DOS SERVIÇOS.

A obra escolhida para estudo foi uma edificação em construção, em Belém – Pará, na Av. Roberto Cammelier, N° 720. O empreendimento residencial possui 20 pavimentos e 160 apartamentos, 80 de 76m<sup>2</sup> e 80 de 106m<sup>2</sup>. Com diversos serviços em execução e a serem executados, como superestrutura, vedação em alvenaria e em *drywall*, revestimento vinílico e cerâmico, pintura, forro aramado em gesso e entre outros, portanto, foi possível a empresa obter um *know how* de várias atividades de obra, para terem indicadores para futuras edificações. Além disso, a grande maioria, em torno de 70%, dos serviços foi executado de forma terceirizada, e, outra parte, funcionou com a mão de obra da empresa, em torno de 30%. A parte administrativa é 100% da incorporadora responsável pela edificação, que também é responsável pela construção do prédio.

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DA COLETA DE DADOS E SEU PERÍODO

O estudo de produtividade foi feito através da coleta de dados na construção supracitada, e se tornou essencial para os objetivos a médio e longo prazo da empresa, pois como reitera Oliveira (1999), as estimativas de custo para obras futuras e os parâmetros de planejamento -resultados do estudo- são indicativos essenciais para a tomada de decisão dos gestores da obra/empresa.

A extração desses dados foi obtida através do auxílio gerencial que foi fornecido pelos registros que contemplam o diário de obra (RDO) da construção, pois este registra a data inicial e final de cada atividade, seu local de execução, o efetivo por dia e marca os imprevistos que podem ter ocorrido no decorrer de cada ciclo de atividade, sendo assim, o RDO consegue passar, de forma precisa, o número de horas trabalhadas em cada atividade. A coleta de dados foi feita de 3 de abril a 29 setembro de 2023, além disso, também foi avaliado o peso financeiro da mão

de obra da atividade em relação ao orçamento da obra, através do comparativo das composições em orçamento e dos dados extraídos, assim obtendo resultados que vão auxiliar ainda mais a composição de custo para outras edificações.

À vista disso, era importante que o índice de produtividade fosse extraído através de uma maneira simples, coesa e, principalmente, que possibilitasse a comparabilidade dentro de diversos serviços, frente à outras obras e equipes. Portanto, para a extração dos dados foi usado o indicador RUP (Razão unitária de produção), o qual foi sugerido por Souza (2001), por ser um indicador passivo de comparabilidade dentro de diversos serviços. A RUP é definida como:

$$\bullet \quad RUP = Hh/Qs \quad \text{equação (1)}$$

Onde:

RUP = Razão unitária de produção (H/m<sup>2</sup>)

Hh = Horas utilizadas pela equipe operacional para a realização do serviço (Hora x homem)

Qs = Quantidade de serviço produzido (m<sup>2</sup> ou m)

Vale destacar que a Qs tem a unidade alterada de acordo com o serviço analisado. No presente estudo, as atividades analisadas têm como unidade o metro quadrado ou o metro linear. Assim sendo, será usada uma tabela para a extração da RUP.

**Tabela 1: Exemplo de tabela para extração dos índices de produtividade**

SERVIÇO	TEMPO GASTO (Horas)	EFETIVO DE PRODUÇÃO	EFETIVO DE AUXÍLIO	QTD. PRODUZIDA (m <sup>2</sup> )	ÍNDICE RUP (H/m <sup>2</sup> )
Alvenaria	88	2	1	150	0,5866

Fonte: O Autor (2023)

Portanto, é possível replicar o indicativo RUP em diversas atividades e, também, extrair um índice que possibilita comparação entre o serviço executado na construção em estudo com a mesma tarefa em outras obras, gerando parâmetros de custo e planejamento.

Desse modo, após a extração dos índices de produtividade, foi importante avaliar fatores como logística de entrega de material, condições climáticas, incentivo financeiro e entre outros, pois são agentes que causam variação no resultado dos índices. Portanto, para assegurar que a produtividade de mão de obra extraída seja usada como referência e de maneira coerente, Souza (2006) defende que o conhecimento de como foi obtido os índices considerados e entender sua construção é essencial para o melhor planejamento.

Nesse sentido, foi possível colher indicadores que podem ser comparados com o orçamento e cronograma da obra, prevendo correções e retroalimentações, e dessa maneira, deixando o orçamento mais assertivo com suas datas finais estabelecidas de acordo com a MDO (Mão de obra) usada. Além disso, foi possível analisar as composições unitárias e prevê saldos extraídos através da produtividade, servindo isso de parâmetro de planejamento e custos futuros.

O estudo conteve 118 dias úteis, dentro do seu período extração de dados, e as atividades que tiveram seus índices de produtividade coletados e extraídos foram: Contrapiso; Reboco de Gesso; Emboço em Argamassa; Instalações de guias e montantes para *drywall*; Selador de parede e Emassamento de parede, o qual estes dois últimos serviços, foram executados no apartamento protótipo.

O efetivo utilizado na realização de cada tarefa foi exposto junto dos dados de produtividade extraídos da própria equipe. Os dados extraídos foram referentes à RUP (Razão unitária de produção) cumulativa, a qual é capaz de colher tendências de produtividade a médio e longo prazo, auxiliando na projeção de mão de obra para atender o planejamento da construção (Araújo, 2000). O método de extração do RUP cumulativo, matematicamente, segue o padrão (Hh/Qs).

Além disso, a planilha orçamentária da obra foi exposta, também, para haver o comparativo financeiro da MDO (mão de obra) estipulada nas composições unitárias, em orçamento, com a praticada na construção.

Ademais, a atividade de contrapiso analisada foi dividida entre equipes diferentes, mas com tempo de execução simultâneo, o efetivo de produção igual e a área a ser executada idêntica, contudo, uma equipe obteve o auxílio da metodologia *Scrum* na execução das suas atividades e a outra não, esse comparativo, também foi contemplado.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com o estudo de gerenciamento da produtividade nas atividades executivas da obra foram diversos e variáveis de acordo com o serviço.

##### 4.1 COMPARATIVO ENTRE O EXECUTADO E O ORÇAMENTO DOS SERVIÇOS DE REBOCO DE GESSO E EMBOÇO DE ARGAMASSA.

###### 4.1.1 REBOCO DE GESSO

A tabela 2 apresenta o controle de produtividade feito na atividade de Reboco de Gesso. Contemplando as Horas trabalhadas (Hh) e a quantidade de serviço executada (Qs) na unidade de metro quadrado (m<sup>2</sup>). Os dados são RUP cumulativa, pois foram extraídos de um encerramento de jornada de trabalho que foi definido pela entrega de uma metragem estipulada, no caso 585,7m<sup>2</sup>, que representa um pavimento tipo completo do serviço na construção. Houve uma variação positiva logo na segunda repetição de serviço da equipe, o que causou uma celeridade no serviço de 3% frente ao primeiro ciclo, essa variação aumentou para 14% logo após 3 repetições, refletindo uma evolução na curva de aprendizado da equipe. Com a fidelização da equipe no serviço, nota-se que na 6ª repetição, o aumento de produtividade frente ao primeiro ciclo já era de 29%.

**Tabela 2: Tabela de extração dos índices de produtividade da atividade reboco de gesso**

REBOCO DE GESSO				
PAVIMENTO	EFETIVO	HORAS	ÍNDICE RUP (H/m <sup>2</sup> )	METRAGEM (m <sup>2</sup> )
2°	4	360	0,61	585,7
3°	4	352	0,60	585,7
4°	4	352	0,60	585,7
5°	4	317	0,54	585,7
6°	4	299	0,51	585,7
7°	4	281,6	0,48	585,7

Fonte: O Autor (2023)

A figura 1 representa a parte referente a mão de obra (MDO) da composição unitária desse serviço no orçamento da construção. Nota-se, ao comparar a tabela 2 com a figura 1, que desde o primeiro ciclo de serviço a equipe já estava mais econômica para a obra, frente ao valor de MDO estipulado na sua composição unitária. Com a evolução na curva de aprendizado, a equipe chegou a dar no seu sexto ciclo de trabalho, uma economia de 83% em produção frente a projetada em orçamento. Dessa forma, é notório que o processo de curva de aprendizagem aconteceu de maneira coerente no serviço executado e isso gerou um retorno financeiro para a obra. Além disso, o histórico desse serviço cria um novo índice que pode ser estipulado para o mesmo serviço, nas próximas obras. E, essa produção de 83% a mais do que o estipulado, no sexto ciclo, gerou uma economia financeira de 54% na parte de mão de obra da composição, sendo assim, foi possível até pagar produção à equipe, pela meta superada e como forma de reconhecimento.

Figura 1: Parte referente à mão de obra da composição unitária da atividade Reboco de Gesso

Banco	Descrição	Und	Coefficiente
SINAPI	Reboco com gesso mestrado	m <sup>2</sup>	
SINAPI	FERRAMENTAS - FAMILIA GESSEIRO - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES - COLETADO CAIXA)	H	1,7388
SINAPI	EPI - FAMILIA GESSEIRO - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES - COLETADO CAIXA)	H	1,7388
SINAPI	EPI - FAMILIA SERVENTE - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES - COLETADO CAIXA)	H	0,19986
SINAPI	FERRAMENTAS - FAMILIA SERVENTE - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES - COLETADO CAIXA)	H	0,19986
SINAPI	GESSEIRO	H	0,8824
SINAPI	AUXILIAR DE GESSEIRO	H	0,8784
SINAPI	SERVENTE DE OBRAS	H	0,20285
SINAPI	TRANSPORTE - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	1,93867
SINAPI	SEGURO - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	1,93867
SINAPI	ALIMENTACAO - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	1,93867
SINAPI	EXAMES - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	1,93867

Fonte: Adaptado orçamento da obra (2019)

Estudo de produtividade:  $RUP = Hh/Qs$ Orçamento:  $RUP = Hh/Qs$  equação (1)

Onde:

Onde:

 $RUP = 0,48$  (Tabela 2); $RUP = 0,88$  (Figura 1); $Hh = 8,8$  $Hh = 8,8$ 

(8,8 é média trabalhada por semana, 4 dias de 9 horas e 1 dia de 8 horas)

 $Qs = 8,8/0,48 = 18,33m^2$  $Qs = 8,8/0,88 = 10m^2$ 

A quantidade de serviço executada ( $Qs$ ) estipulada, em orçamento, de 10 metros quadrados por dia, está sendo superada em 83% pelo  $Qs$  que está sendo realizado na obra, implicando em um ganho além de financeiro, produtivo também. Além disso, esse ganho produtivo aponta que pode ser feito uma antecipação dos serviços sucessores ao reboco de gesso, e dessa forma, o cronograma se antecipa e os gastos indiretos são economizados pela incorporadora. Logo, é assertivo afirmar que o ganho com a celeridade do serviço vai além do apontado na comparação da sua composição com o estudo de produtividade, assim, potencializando ainda mais a obra economicamente.

#### 4.1.2 EMBOÇO DE ARGAMASSA

A tabela 3 apresenta o controle de produtividade feito na atividade de Emboço em argamassa. A atividade quando comparada à sua composição unitária de orçamento (Figura 2), iniciou próximo ao valor planejado financeiramente, e ao passar do seu primeiro ciclo, já estava 9% mais barata em relação ao orçado. Entretanto, para a obra, a atividade deveria ser cumprida em um ciclo de 6 dias, por se tratar de um serviço predecessor do revestimento cerâmico. Após o início da tarefa, se notou que com 2 pedreiros o ciclo do serviço ficou em 11 dias e na sua segunda repetição, ficou em 9 dias. Portanto, longe da meta almejada pela gestão da obra. Sendo assim, levando em consideração a evolução dos 2 pedreiros entre o seu 1º e 2º ciclo de atividade, mais o índice mínimo que deveria ser praticado para ficar abaixo do orçamento, foi tomada a decisão de aumentar 1 pedreiro oficial na equipe, essa mudança, a partir da sua 3 repetição já deu resultado, atingindo a meta de tempo que a obra precisava para não atrasar o serviço sucessor. Além disso, o índice da equipe ficou abaixo do estipulado em orçamento, o que resultou, também, em uma economia financeira.

Tabela 3: Tabela de extração dos índices de produtividade da atividade emboço de argamassa

EMBOÇO DE ARGAMASSA (ÁREA MOLHADA)				
PAVIMENTO	EFETIVO	DATA	ÁREA (m <sup>2</sup> )	ÍNDICE RUP (Hxh/m <sup>2</sup> )
4°	2	8/5 - 22/5	273,98	0,71
5°	2	23/5 - 05/6	273,98	0,64
6°	3	6/6 - 14/6	273,98	0,68
7°	3	15/6 - 23/6	273,98	0,61
8°	3	23/6 - 30/6	273,98	0,58
9°	3	3/7 - 10/7	273,98	0,58
10°	3	11/7 - 18/7	273,98	0,58

Fonte: O Autor (2023)

Figura 2: Composição unitária da atividade emboço em argamassa

Banco	Descrição	Und	Coefficiente
SEDOP	Emboço com argamassa 1:6:Adit. Plast.	m <sup>2</sup>	
SINAPI	FERRAMENTAS - FAMILIA PEDREIRO - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES - COLETADO CAIXA)	H	1,39926
SINAPI	EPI - FAMILIA PEDREIRO - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES - COLETADO CAIXA)	H	1,39926
SINAPI	EPI - FAMILIA SERVENTE - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES - COLETADO CAIXA)	H	0,19989
SINAPI	FERRAMENTAS - FAMILIA SERVENTE - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES - COLETADO CAIXA)	H	0,19989
SINAPI	PEDREIRO	H	0,70998
SINAPI	AUXILIAR DE PEDREIRO	H	0,70677
SINAPI	SERVENTE DE OBRAS	H	0,20285
SEDOP	Cimento	SC	0,11494
SEDOP	Areia	m <sup>3</sup>	0,02749
SEDOP	Aditivo plastificante	L	0,02299
SINAPI	TRANSPORTE - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	1,59916
SINAPI	SEGURO - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	1,59916
SINAPI	ALIMENTACAO - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	1,59916
SINAPI	EXAMES - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	1,59916

Fonte: Adaptado orçamento da obra (2019)

#### 4.2 COMPARATIVO ENTRE O SERVIÇO DE CONTRAPISO SEM A INFLUÊNCIA DA METODOLOGIA SCRUM E COM A INFLUÊNCIA DO MÉTODO.

O serviço de contrapiso, em determinado momento, precisou ser dividido entre duas equipes simultâneas para atingir suas metas de planejamento. Portanto, foi comparado o serviço dos pedreiros da equipe Alfa, feito da maneira tradicional, apenas com o repasse da área a ser executada e da revisão do processo executivo estabelecido, com o serviço de contrapiso realizado pelos pedreiros da equipe Beta, os quais tiveram além dos citados para a equipe anterior, atividades da metodologia *Scrum* em seu ciclo de atividade, como as reuniões de *sprint* diárias da equipe administrativa estratégica da obra com o time de desenvolvimento, para auxiliá-los a sanar os pontos que mais onerariam em tempo o serviço.

A estratégia tomada pela equipe administrativa estratégica da construtora foi deixar alinhada a meta de tempo que o serviço deveria ser cumprido, junto à equipe operacional, dessa forma, a meta de 7 dias foi passada para os 5 pedreiros da equipe Beta, e, além disso, foi explanado que o serviço sucessor da atividade que estava sendo exercida, também, seria executada pela própria equipe, caso a meta fosse batida, gerando assim uma garantia de serviço após a execução daquele em questão. Após o primeiro dia de trabalho foi feita uma análise da equipe estratégica junto da equipe operacional Beta, para que os pedreiros repassassem os pontos que poderiam atrasá-los na execução do serviço, após essa reunião de *sprint* foram tomadas decisões que tornariam mais célere o serviço pela ótica da equipe operacional. Então, foi definido que um habilitado de marletele iria, na frente do serviço, ser responsável por escariar a parte da laje mais acentuada, evitando o tempo que seria gasto pelo pedreiro, além disso, foi combinado que um servente da equipe, mais um betoneiro da obra, chegariam 30 minutos antes para dar início ao processo de produção de massa para contrapiso, o que fez com que a massa do serviço subisse ao local de execução antes das que iriam para as demais atividades.

A figura 3 mostra o comparativo das equipes, levando em consideração o tempo de execução. Na mesma tabela 3, é notado o número de horas destinados à atividade e o efetivo de produção usado, vale destacar que o efetivo de auxílio inicial do serviço foi o mesmo para as 2 equipes, no caso, ambas contaram com 2 ajudantes dentro do time de desenvolvimento da atividade.

Figura 3: Comparativo da atividade de contrapiso entre as equipes

CONTRAPISO EQUIPE ALFA				CONTRAPISO EQUIPE BETA			
ÁREA	EFETIVO	Hxh	ÍNDICE	ÁREA	EFETIVO	Hxh	ÍNDICE
597,24	5	340	0,57	597,24	5	280	0,47

Fonte: O autor (2023)

A equipe Beta, auxiliada pelas tarefas do método *Scrum*, foi a equipe mais rápida no comparativo, além disso, entre as equipes, foi a única que atingiu a meta de 7 dias estipulada pela obra. Vale ressaltar, que ambas as equipes foram mais econômicas, frente a composição unitária do orçamento (Figura 4). A equipe alfa ficou 7% mais econômica, entretanto, por não atender a demanda de tempo de execução do serviço, não poderia receber uma premiação pelo desempenho, haja vista, que o planejamento da obra estaria atrasando e a construção, conseqüentemente, estaria onerando em outras variáveis. Contudo, a equipe Beta, além de estar quase 23% mais econômica, bateu a meta estipulada, mantendo a sequência dos outros serviços sem atraso conseqüente da atividade predecessora, portanto, além de terem garantido a execução do serviço posterior, o revestimento cerâmico, conseguiram justificar uma bonificação, por isso, a obra decidiu premiar financeiramente a equipe, usando parte dos 23% de economia financeira gerados pela produtividade alta do time Beta.

Figura 4: Composição unitária da atividade Contrapiso

Banco	Descrição	Und	Coeficiente
SEDOP	Camada regularizadora no trago 1:4	m <sup>2</sup>	
SINAPI	EPI - FAMILIA SERVENTE - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES - COLETADO CAIXA)	H	0,79928
SINAPI	FERRAMENTAS - FAMILIA SERVENTE - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES - COLETADO CAIXA)	H	0,79928
SINAPI	FERRAMENTAS - FAMILIA PEDREIRO - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES - COLETADO CAIXA)	H	0,59946
SINAPI	EPI - FAMILIA PEDREIRO - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES - COLETADO CAIXA)	H	0,59946
SINAPI	SERVENTE DE OBRAS	H	0,81114
SINAPI	PEDREIRO	H	<b>0,60835</b>
SEDOP	Cimento	SC	0,15000
SEDOP	Areia	m <sup>3</sup>	0,03700
SINAPI	TRANSPORTE - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	1,39874
SINAPI	SEGURO - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	1,39874
SINAPI	ALIMENTACAO - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	1,39874
SINAPI	EXAMES - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	1,39874

Fonte: Adaptado orçamento da obra (2019)

Portanto, ficou explicito que o modelo gerencial *Scrum* faz diferença na hora de potencializar um estudo de produtividade, haja vista que o método *Scrum*, através de poucas ações gerenciais diárias, conseguiu aumentar a produtividade de uma equipe em 27%, frente a outra equipe que executou a mesma atividade, dentro das mesmas circunstâncias, porém, sem as premissas e atividades do modelo gerencial. Dessa forma, a equipe Beta gerou resultados positivos para o planejamento do cronograma e para a economia do orçamento.

#### 4.3 PLANEJAMENTO DOS SERVIÇOS DE SELADOR E MASSA

A obra conteve uma execução de 2 apartamentos protótipos, onde neles houve a execução antecipada de todos os serviços que ainda não tinham entrado em realização na obra, com a finalidade de representar o produto pronto para os clientes. Sendo assim, foi possível extrair dados de serviços que ainda iniciariam e, com o auxílio desses indicativos, dimensionar a mão de obra necessária para alcançar as metas estipuladas para a atividade, quando tal serviço entrasse no escopo da obra. A tabela 4, mostra os dados de produtividade extraídos dos apartamentos protótipos, as marcações em amarelo são para os serviços de aplicação de selador e emassamento de paredes.

Tabela 4: Tabela de dados extraídos do apartamento protótipo

ATIVIDADE	UNIDADE	ÍNDICES RUP PRATICADOS
Piso vinílico	m <sup>2</sup>	0,15
Revestimento cerâmico	m <sup>2</sup>	0,90
Selador	m <sup>2</sup>	<b>0,03</b>
Emassamento	m <sup>2</sup>	<b>0,30</b>
Pintura	m <sup>2</sup>	0,24
Forro	m <sup>2</sup>	0,85

Fonte: O autor (2023)

A tabela 4, representa indicativos de produtividade que tem a finalidade de auxiliar no planejamento dessas atividades. Desse modo, foi possível realizar um histograma de mão de obra (MDO) para quando esses serviços foram contratados. Logo, ficou exposto que seria possível realizar 293m<sup>2</sup> de selador por dia e 29m<sup>2</sup> de emassamento de paredes, diariamente (Índices extraídos do apartamento protótipo). Vale ressaltar, que o processo executivo é conforme a instrução de serviço controlado (ISC) da empresa, que está alinhado com a descrição do serviço, no orçamento. Sendo assim, tendo esses indicadores, somados a área que deve ser realizada como meta da obra e o tempo almejado pela construtora para a realização do ciclo do serviço, a figura 5, mostra o estudo que foi feito para dimensionar a MDO necessária para atingir a meta.

**Figura 5: Dimensionamento de mão de obra para os serviços de aplicação de selador e emassamento.**

ESTUDO DE EFETIVO PARA CUMPRIMENTO DE META (SELADOR E EMASSAMENTO)	
ÁREA DESEJADA PARA SER REALIZADA NA 1º ETAPA DO SERVIÇO (SELADOR E MASSA) - PAVIMENTO	01459 m <sup>2</sup>
META DO MÊS (3 PAVIMENTOS)	4376 m <sup>2</sup>
REPRESENTAÇÃO DE AVANÇO FÍSICO (%)	0,19%
REPRESENTAÇÃO (R\$)	R\$ 98.711,03
CICLO PAVIMENTO (DIA)	1
CICLO PAVIMENTO (DIA)	6
PINTORES SELADOR	1
PINTORES MASSA	7
EFETIVO MÍNIMO PARA META	8

Fonte: O autor (2023)

A figura 5, apresenta o estudo de mão de obra realizado para os serviços supracitados. O ciclo de tempo estipulado pela obra para esses serviços foi para durarem, em um no pavimento, 7 dias, onde 1 dia é para a realização de aplicação de selador e 6 dias de emassamento das paredes, como mostra na marcação em azul, para 1 pavimento que representa 1459m<sup>2</sup>. Tendo a ciência da meta requisitada pela construção e os índices de realização no apartamento protótipo, foi possível chegar em um efetivo de 8 pintores para a realização da meta imposta. Além disso, a figura 5, também, mostra a representação de avanço físico e a quantia financeira de avanço que o cumprimento da meta significa para a construção.

A figura 6, apresenta as composições financeiras para os serviços de aplicação de selador e emassamento, com 2 demãos, conforme o processo executivo adotado na obra. É possível identificar que os índices praticados no apartamento protótipo, que serviram como indicativo para o histograma, estão ou melhores, como no emassamento, ou bem próximos, como a aplicação de selador, dos índices estabelecidos nas composições.

Com base no exposto, também, na figura 6, é possível apontar que é necessário a gerência de perto das duas atividades, pois elas tendem a ficar dentro do orçamento, haja vista, que logo em suas primeiras repetições, no apartamento protótipo, já ficaram dentro dos índices adotados pela planilha orçamentária da obra. Entretanto, é necessário que aconteça uma evolução na curva de aprendizagem das equipes, pois o índice praticado não gerou folgas financeiras dentro da parte referente a mão de obra, portanto, para que se consiga pagar uma produção aos times de desenvolvimento, premiação oferecida por um trabalho que atingiu um resultado acima do estipulado financeiramente, é necessária uma evolução da produtividade.

Além disso, caso não aconteça a evolução de curva de aprendizado das equipes, a meta estipulada de 7 dias pode não ser cumprida e caso isso aconteça, a adição de mais mão de obra para a atividade, representaria um estouro de produtividade frente ao orçamento, descompassando o orçado para gasto com mão de obra (MDO) frente a demanda de tempo da construção. Portanto, é necessária a gerência das duas equipes, para que se garanta uma produtividade efetiva e que evite o inchaço da equipe para cumprimento de prazo e, conseqüentemente, o prejuízo frente ao indicativo de produtividade usado no orçamento.

**Figura 6: Composições financeiras unitárias para os serviços de aplicação de selador e emassamento de paredes.**

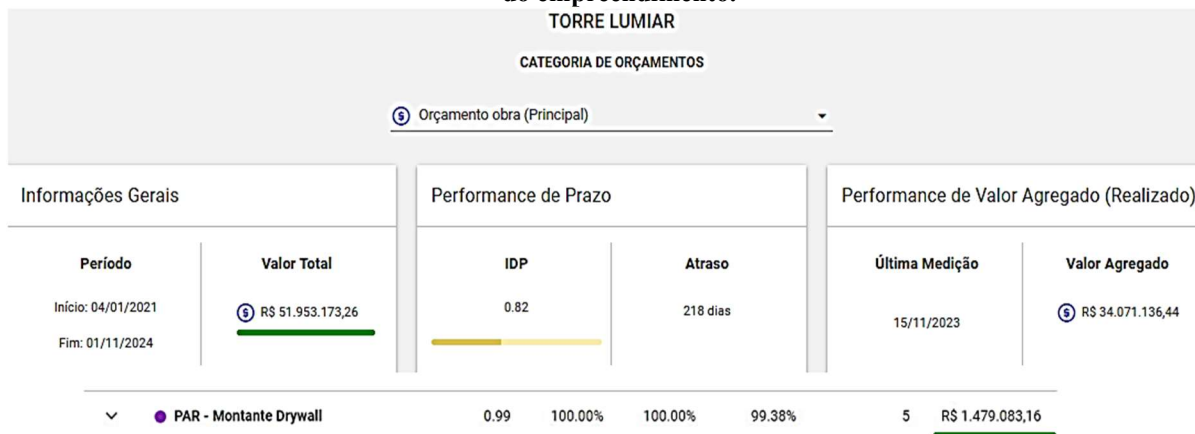
Banco	Descrição	Und	Coefficiente
SINAPI	APLICAÇÃO DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM PAREDES, UMA DEMÃO. AF_06/2014	m <sup>2</sup>	
SINAPI	FERRAMENTAS - FAMÍLIA PINTOR - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES - COLETADO)	H	0,03827
SINAPI	EPI - FAMÍLIA PINTOR - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES - COLETADO CAIXA)	H	0,03827
SINAPI	EPI - FAMÍLIA SERVENTE - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES - COLETADO CAIXA)	H	0,01374
SINAPI	FERRAMENTAS - FAMÍLIA SERVENTE - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES - COLETADO)	H	0,01374
SINAPI	PINTOR	H	<b>0,03875</b>
SINAPI	SERVENTE DE OBRAS	H	0,01397
SINAPI	SELADOR ACRÍLICO PAREDES INTERNAS/EXTERNAS	L	0,16000
SINAPI	TRANSPORTE - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	0,05201
SINAPI	SEGURO - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	0,05201
SINAPI	ALIMENTAÇÃO - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	0,05201
SINAPI	EXAMES - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	0,05201
Banco	Descrição	Und	Coefficiente
SINAPI	APLICAÇÃO E LIXAMENTO DE MASSA LÁTEX EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	m <sup>2</sup>	
SINAPI	FERRAMENTAS - FAMÍLIA PINTOR - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES - COLETADO)	H	0,31153
SINAPI	EPI - FAMÍLIA PINTOR - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES - COLETADO CAIXA)	H	0,31153
SINAPI	EPI - FAMÍLIA SERVENTE - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES - COLETADO CAIXA)	H	0,11383
SINAPI	FERRAMENTAS - FAMÍLIA SERVENTE - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES - COLETADO)	H	0,11383
SINAPI	PINTOR	H	<b>0,31450</b>
SINAPI	SERVENTE DE OBRAS	H	0,11544
SINAPI	MASSA CORRIDA PVA PARA PAREDES INTERNAS	18L	0,04890
SINAPI	LIXA EM FOLHA PARA PAREDE OU MADEIRA, NUMERO 120 (COR VERMELHA)	UN	0,10000
SINAPI	TRANSPORTE - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	0,42536
SINAPI	SEGURO - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	0,42536
SINAPI	ALIMENTAÇÃO - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	0,42536
SINAPI	EXAMES - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	0,42536

Fonte: Adaptado orçamento da obra (2019)

#### 4.4 PLANEJAMENTO DAS INSTALAÇÕES DE GUIAS E MONTANTES

A obra optou por um modelo de construção com divisórias internas em *drywall*, esse modelo construtivo a seco é composto de estruturas metálicas (Guias e montantes), com vedações em placas de gesso, ele é um serviço que será predecessor de diversas outras atividades, como revestimentos cerâmicos de parede, instalações de forro, instalações de louças e metais, selador, massa, pintura, entre outros, portanto, é considerado um caminho crítico para a construção. Além disso, o serviço é relevante financeiramente para o avanço da obra, conforme mostra a figura 7:

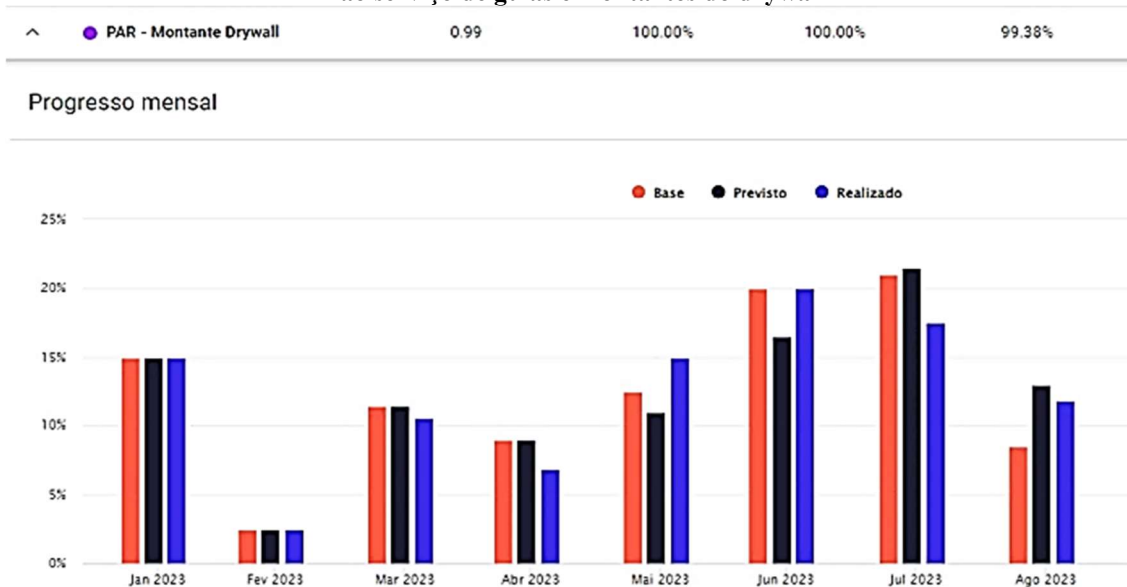
**Figura 7: Representação financeira do serviço de instalação de guias e montantes para o valor total do empreendimento.**



Fonte: Adaptado replanejamento autoral da obra, Prevision (2022)

Como apresenta a figura 7, essa atividade representa 2,85% do orçamento da obra e dentro desse valor relevante do serviço é contemplado os custos com a mão de obra operacional. Ademais, além de ter um peso financeiro para a obra, essa atividade libera frentes para os serviços sucessores de acabamento interno, como a pintura, portanto, na figura 8 é apresentada a evolução de execução do serviço, junto ao seu planejado e junto a base do orçamento que foi estipulada antes do início da obra.

**Figura 8: Base orçamentária inicial, replanejada ao longo da obra e realização da atividade, referente ao serviço de guias e montantes do drywall**



Fonte: Adaptado replanejamento autoral da obra, Prevision (2022)

O replanejamento da obra solicitou a execução total da atividade no decorrer de 8 meses, conforme a figura 8, de janeiro até agosto de 2023, para que atendesse as demandas da obra de serviços sucessores e fluxo de caixa. É possível observar o decorrer da execução do serviço, na barra roxa do gráfico. Dentro dos 2 primeiros meses de serviço, a meta estipulada foi cumprida, entretanto, após a observação dos meses de março e abril, foi observada a necessidade de uma intervenção na mão de obra para que o prazo inicial estipulado fosse alcançado. Diante do exposto na figura 8, a tomada de decisão foi a contratação de uma segunda terceirizada para a execução do serviço. Essa resolução gerou resultado, e como, também, é mostrado na figura 8, mesmo com oscilações diferentes do planejado, a conclusão do serviço ocorreu no prazo estipulado, em agosto de 2023.

Com a entrada da segunda terceirizada, foi possível fazer a comparação entre as 2 empresas e criar um histórico para futuras obras, fidelizando o serviço. A figura 9 mostra os dados de produtividade das 2 terceirizadas

**Figura 9: Dados de produtividade do serviço de guias e montantes**

PRODUTIVIDADE DE MONTANTES E GUIAS						
TERCEIRIZADA 1						
PAVIMENTO	PERÍODO	EFETIVO	HORAS TRABALHADAS MONTADORES	MATERIAL	PRODUÇÃO (m/hr)	PRODUÇÃO (m/hr) EM ORÇAMENTO
13º	19/6 - 24/6 (50%)	4 MONT. + 2 SERV.	194	2904	14,97	7,62
14º	23/6 - 29/6 (50%)	4 MONT. + 2 SERV.	194	2904	14,97	7,62
15º	28/6 - 04/7 (50%)	4 MONT. + 2 SERV.	194	2904	14,97	7,62
PRODUTIVIDADE DE MONTANTES E GUIAS						
TERCEIRIZADA 2						
PAVIMENTO	PERÍODO	EFETIVO	HORAS TRABALHADAS MONTADORES	MATERIAL	PRODUÇÃO (m/hr)	PRODUÇÃO (m/hr) EM ORÇAMENTO
11º	17/8 - 25/8	2 MONT. + 2 AUX.	183	2904	15,87	7,62

Fonte: O autor (2023)

A figura 9 apresenta o comparativo entre as terceirizadas, é notório que a terceirizada 2, contratada posteriormente, conseguiu ter um rendimento melhor tendo um efetivo menor, logo, em termos de produtividade, ela apresentou o melhor resultado na comparação das terceirizadas para o serviço de instalação de guias e montantes. Vale destacar que frente a produção estipulada em orçamento, as duas terceirizadas tiveram resultados superiores, portanto, se comprovaram mais barata dentro de um item que representa 2,85% do orçamento total; contudo, em comparação com o planejamento da obra, o desempenho da terceirizada 1 não foi a contento, pois como apresentou a figura 8, houve um declínio nos meses de março e abril que apontaram a necessidade de adequação da mão de obra (MDO) para cumprimento de prazos. É importante essa análise, pois aponta um desalinhamento entre o orçamento inicial e planejamento necessário para atender as demandas de tempo da obra, e o estudo de produtividade tem como

objetivo, também, criar um histórico baseado no rendimento da MDO já praticada e assim alinhar orçamento e planejamento de acordo com as solicitações da equipe estratégica de construção.

#### 4.5 TABELA DE DADOS DE PRODUTIVIDADE

Ao fim da coleta de dados e análise dos resultados, foi possível elaborar uma planilha de índices de produtividade para serem usados pela incorporadora executora da obra, como indicativos base para orçamentos e planejamentos futuros. Os serviços analisados (Contrapiso; Reboco de Gesso; Emboço em Argamassa; Instalações de guias e montantes para *drywall*; Selador de parede e Emassamento de parede), tem seus processos executivos normatizados pelas instruções de serviço controlado (ISC's) e, portanto, vão ter o seu procedimento repetido em qualquer edificação. Sendo assim, é importante reiterar que deve haver a análise, através dos gestores do empreendimento, dos projetos futuros, pois é necessária a avaliação de suas especificações técnicas, fluxo de fornecimento de materiais e logística de equipamentos, para que os indicativos expostos sejam corretamente aplicados em outras construções.

**Tabela 5: Tabela de produtividade das atividades estudadas e analisadas.**

TABELA DE COEFICIENTES DE PRODUTIVIDADE (RUP)	
ATIVIDADES	ÍNDICES RUP (H/m <sup>2</sup> )
Reboco de gesso	0,56
Emboço de argamassa	0,63
Contrapiso	0,52
Selador de paredes	0,03
Emassamento de paredes	0,30
Montantes e guias	0,60

Fonte: O autor (2023)

A tabela 5 foi gerada através da média dos dados extraídos, haja vista que os dados são razões unitárias de produção (RUP) cumulativas, modelo de RUP que propicia já no seu resultado, projeções de produtividade a médio e longo prazo, podendo assim, auxiliar em orçamentos e planejamentos futuros. Ademais, essa tabela, também, auxilia na elaboração de histogramas para tais serviços, e com essa utilização, é possível compor equipes operacionais que não vão ficar ociosas e garantir a rotatividade dos funcionários entre os empreendimentos, caso tenha, simultaneamente, mais de uma obra em execução.

## 5 CONCLUSÃO

O estudo de produtividade de mão de obra (MDO) se evidencia como fulcral para auxiliar na tomada de decisões dos gestores de obra e proprietários de incorporadoras que executam edificações. Tal estudo, se apresentou como uma ferramenta fundamental para obter um controle de gastos com a MDO, ter um planejamento assertivo de acordo com a produtividade obtida por histórico de serviços já realizados e com o mesmo padrão, além, de comprovar que o estudo de produtividade diário em campo é importante para a identificação de fatores que podem onerar em tempo os serviços. O retorno financeiro de um estudo de produtividade, acompanhado pelo gestor da obra, vai além de ganhos com a economia de horas dos seus funcionários operacionais, ele propicia em uma projeção de custos assertiva que evita mão de obra ociosa e reduz os gastos indiretos da construção, como ligações de água e energia provisórias, taxas de aluguéis e manutenções de equipamentos e, principalmente, os custos dos honorários da equipe estratégica executiva (Engenheiros, mestres de obra, estagiários, almoxarifes, entre outros), essas despesas indiretas, historicamente, representam de 10% a 20% do custo total da obra, portanto, é uma economia que atua sobre um indicativo considerável da planilha orçamentária. Foi possível identificar ganhos financeiros, de horas de funcionário, de até 54%, na atividade de reboco de gesso; além disso, o ganho produtivo, chegou, em algumas atividades, como, também, o reboco de gesso, ser maior que 83% do que o orçado, o que vai representar um lucro financeiro importante a médio e longo prazo, pois essa produção a mais que vai apontar um adiantamento de serviços na construção, antecipando o cronograma e, conseqüentemente, adiantando a entrega da obra e economizando nos gastos indiretos. Além de tudo, o estudo de produtividade propicia um histórico de indicativos de serviços executivos, que vai gerar essa economia por mais de uma execução de edificação, quando replicados de maneira correta, além de apontar correções financeiras de índices de produtividade, caso necessário,

em orçamentos futuros, dando uma segurança ainda maior ao orçamento. A credibilidade dos índices de produtividade para futuros orçamentos, também, foi exposta quando se representou o ganho produtivo com a fidelização de equipes para a execução da mesma atividade, portanto, o orçamento e o planejamento de futuras edificações são baseados em cima de coeficientes de razão unitária de produção (RUP) já executados. Ademais, o estudo de produtividade, em conjunto com um método gerencial, se torna imprescindível, haja vista que o *Scrum*, através de suas atividades gerenciais, potencializou, em 27%, a produtividade em uma atividade operacional e se mostrou passivo de ser aplicado em diversas outras atividades do canteiro de obras, impulsionando a melhora das atividades com rápidas ações gerenciais. O modelo de indicativo escolhido, o RUP (Razão unitária de produção), se mostrou eficiente para ajudar na tomada de decisão da obra, pois este consegue se repetir e adequar para diversos serviços, além de ser representado na composição financeira unitária do serviço, o que permite uma análise econômica da execução do serviço. Além disso, o RUP é de fácil interpretação e coeso, o que possibilita que esse indicativo extraído, com o auxílio de informações que sempre vão estar registradas no diário de obra, seja usado na elaboração de orçamento e planejamento de outros empreendimentos. Dessa forma, com o orçamento e o planejamento utilizando os mesmos índices, será possível prever e impedir situações como a de instalações em guias e montantes, onde apesar de mais econômica, a equipe estava atrasada no planejamento da obra, fator que oneraria em outras frentes a edificação, portanto, ações sobre a mão de obra (MDO) foram tomadas. A metodologia aplicada para a extração de dados, permite que alguns fatores que poderiam prejudicar a produtividade e assim impossibilitar a curva de aprendizagem, sejam observados, entretanto, foi essencial um modelo gerencial, junto à equipe operacional, para entender os obstáculos de execução, que superados, trouxeram mais celeridade ao serviço. Por conseguinte, é exposto a necessidade do acompanhamento do gestor da obra no estudo de produtividade, pois, através da conjunção do estudo de produtividade com o modelo gerencial, foi possível tomar decisões que fizeram a execução do serviço ser mais rápida. Ademais, o acompanhamento do gestor da obra se faz necessário para o entendimento de como foi extraído os dados da produtividade, uma vez que variáveis como logísticas de fornecimento de material e faltas do efetivo, influenciam na produtividade, além, de conhecer o seu projeto arquitetônico e entender as dificuldades dele, em termos de conter espaços mais confinados e áreas de acesso restrito a um funcionário por mês, itens que influenciam na replicação do índice de produtividade. Por fim, o estudo de produtividade de MDO se apresentou um estudo fundamental, e com auxílio gerencial, aumentou a capacidade produtiva da empresa. Além disso, a pesquisa de produtividade feita no estudo em questão serve de embasamento para o planejamento e orçamento, e, somado a ele, deve ser feito um estudo com a produtividade dos materiais, pois isso pode potencializar a produção, junto com um estudo de abastecimento logístico da obra, esses que são fatores que atingem diretamente a produtividade do funcionário operacional.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAÚJO, L. O. C.; Método para previsão e controle da produtividade da mão-de-obra na execução de formas, armação, concretagem e alvenaria. 2000. 385p. Dissertação (mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo (SP).
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 1006:2000 - Diretrizes para a qualidade no gerenciamento de projetos.** Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3741065/mod\\_resource/content/1/Texto.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3741065/mod_resource/content/1/Texto.pdf). Acessado em 26/09/2023
3. FROTA, F.R.D; WEERSMA M.R; WEERSMA, L.A. Método de Projetos Ágeis Aplicado ao Setor de Construção Civil: Caso Comparativo entre Construtoras de Médio Porte. V SINGEP, **Anais**, São Paulo, 20-22 nov. 2016.
4. GATES, Marvin F.; SCARPA, M. Amerigo. Learning and experience curves. *Journal of the Construction Division*, 1972. V.98, n.CO1, p.79-99.
5. GOLDMAN, P. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira.** São Paulo: Pini, 2004.
6. LEÃO, Sandra Maria Carneiro. Medição de indicadores para o serviço de alvenaria. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1997, Gramado. **Anais do XVII ENEGEP**. Gramado, 1997.
7. MARQUES, R. A. C. C.; PINHO, W. R. **Análise da ferramenta PDCA em uma obra vertical.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil — Universidade da Amazônia, Centro de Exatas e Tecnologia, Belém, 2016.

8. MARUOKA, Luz Marina Andrade; SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. Avaliação da produtividade da mão de obra na produção de contrapiso: um estudo de caso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 1999, Recife. Anais do I SIBRAGEQ. Recife, 1999.
9. MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Pini, 2010.
10. MELLO, V. **Ferramenta Web para Gerenciamento de Projetos de Software Baseado no Scrum**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) — Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2010.
11. NONAKA, I.; TAKKEUCHI, H. **The new product development game**. Harvard Business Review, Harvard, 1986.
12. OLIVEIRA, F. A.; SOUSA, L. G. A. de; GOMES, W. S. **Produtividade na orçamentação: Estudo da produtividade orçamentária em um edifício residencial com três pavimentos**. Revista Paramétrica, v.14, n. 2. Brasil – Belo Horizonte, MG. 2022. Disponível em: <https://www.periodicos.famig.edu.br/index.php/parametrica/article/view/307/232>. Acesso em 06/04/2023.
13. OLIVEIRA, R. R. d. **Repetição e produtividade na construção civil: Estudo da execução de estrutura de edifícios**. Brasil – Cascavel, PR. 1999. Disponível em: [http://www.habitare.org.br/pdf/relatorios/8/prodcient/ArtHTML\\_03/03-RPCC.htm](http://www.habitare.org.br/pdf/relatorios/8/prodcient/ArtHTML_03/03-RPCC.htm). Acesso em 02/04/2023.
14. PREVISION. **Programa de gerenciamento de obras, com padrão lean construction**. 2018. Desenvolvido pela Softplan Planejamento e Sistemas
15. SENA, D. F. **Gerenciamento de obras: Planejamento e controle**. Revista Científica Semana Acadêmica. Fortaleza, 2018, N°. 000143, 17/11/2018. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/gerenciamento-de-obras-planejamento-e-controle>. Acesso em 08/04/2023
16. SOUZA, U. E. L. d. Método para a previsão da produtividade da mão-de-obra e do consumo unitário de materiais para os serviços de fôrmas, armação, concretagem, alvenaria, revestimentos com argamassa, contrapiso, revestimentos com gesso e revestimentos cerâmicos. 2001. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
17. SOUZA, U. E. L. de. **Como aumentar a eficiência da mão de obra: manual de gestão da produtividade na construção civil**. 1. ed. São Paulo: Pini, p24-40, 2006.
18. SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. Metodologia para o estudo da produtividade da mão de obra no serviço de formas para estruturas de concreto armado. São Paulo, 1996. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1996.
19. SUTHERLAND, J. **SCRUM A arte de fazer o dobro do trabalho na metade do tempo**. Rio de Janeiro. Editora Sextante. 2019.
20. VIDAL, A., MASSARI, V.L. **Gestão Ágil de Produtos com Agile Think Bussiness Framework: Guia para certificação EXIN Agile Scrum Product Owner**. Editora Brasport. 2018.