

**CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST**

**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**GEAN FÁBIO SOARES AVELINO MARTINS**

**IMPLANTAÇÃO DE GESTÃO ÁGIL NA ENGENHARIA CIVIL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**LAGES**

**2020**

GEAN FÁBIO SOARES AVELINO MARTINS

## **IMPLANTAÇÃO DE GESTÃO ÁGIL NA ENGENHARIA CIVIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel ao Centro Universitário UNIFACVEST como parte dos requisitos para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil.

Professor MSc. Aldori Batista dos Anjos

**LAGES/SC**

**2020**

## **AGRADECIMENTOS**

A minha esposa Elisandra por estar sempre ao meu lado me apoiando e me incentivando, e a toda minha família e amigos por todos os conselhos e apoio.

A todos os professores do Centro Universitário Unifacvest, que contribuíram em muito com conhecimentos e conselhos ao longo da minha trajetória acadêmica.

## RESUMO

MARTINS, Gean fabio s. a. **Implantação de gestão ágil na engenharia civil**. Trabalho de Conclusão de Curso - graduação em Engenharia Civil - Departamento Acadêmico de Construção Civil, Centro Universitário – UNIFACVEST. Lages, 2020.

Este trabalho apresenta a análise da aplicação da Gestão Ágil Scrum no gerenciamento de uma fase construtiva de uma residência de dois pavimentos, visando um aumento da produtividade da mão de obra e ganho de tempo no cronograma geral da obra. Realizou-se um estudo de caso, por meio de informações de projeto fornecidas pelo proprietário da obra e também pelo acompanhamento semanal da obra. Durante a execução das fôrmas dos pilares do pavimento inferior pode-se aplicar os principais conceitos desta metodologia, como reuniões de alinhamento e definição de serviços entre a mão de obra. A implantação do Scrum possibilitou alcançar uma produtividade 13% maior que a realização teórica deste mesmo serviço, calculada com base na tabela de composições e insumos do SINAPI. Portanto, espera-se que novas metodologias mais dinâmicas como o Scrum possam ser utilizadas para o gerenciamento de construções, facilitando a execução e interação da mão de obra, de modo que níveis de qualidade e cumprimento de prazos sejam realizados.

**Palavras-chave:** Scrum. Gerenciamento. Produtividade. Mão de obra.

## ABSTRACT

MARTINS, Gean fabio s. a. **Implementation of agile management in civil engineering.** Course Conclusion Paper - graduation in Civil Engineering - Academic Department of Civil Construction, University Center - UNIFACVEST. Lages, 2020.

This work presents the analysis of the application of the Agile Management Scrum in the management of a constructive phase of a two-floor residence, aiming at an increase in manpower productivity and time gain in the overall work schedule. A case study was carried out, through project information provided by the project owner and through the weekly monitoring of the workplace. During the execution of the pillars' formwork of the lower floor, the main concepts of this methodology could be applied, such as alignment meetings and definition of services between workers. The implementation of the Scrum allowed to achieve a productivity 13% greater than the theoretical realization of this same service, calculated based on the table of compositions and production inputs of SINAPI. Therefore, it is expected that new more dynamic methodologies such as Scrum can be used for the management of constructions, facilitating the execution and interaction of the manpower, so that levels of quality and fulfillment deadlines could be realized.

**Keywords:** Scrum. Management. Productivity. Manpower.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de Gráfico de Gantt.....	20
Figura 2 - Ciclo do Scrum.....	26
Figura 3 - Quadro Scrum.....	28
Figura 4 - Modelo 3D da residência à construir.....	33
Figura 5 - Projeto Estrutural com indicação dos pilares .....	34
Figura 6 - Concretagem das estacas de fundação.....	36
Figura 7 – Fôrmas dos pilares prontas para concretagem .....	37
Figura 8 - EAP de acompanhamento da obra e Gráfico de Gantt.....	38

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição de insumos por m <sup>2</sup> de alvenaria .....	17
Tabela 2 - Sequenciamento de atividades e suas predecessoras.....	21
Tabela 3 - Quadro de Cálculo do Efetivo de Mão de Obra .....	22
Tabela 4 - Cronograma físico-financeiro da obra .....	35
Tabela 5 - Insumos e Composições segundo o SINAPI.....	38
Tabela 6 - Produtividade na execução convencional das fôrmas dos pilares.....	39
Tabela 7 - Produtividade na execução das fôrmas com aplicação do Scrum.....	42
Tabela 8 - Comparativo de produtividade entre os métodos .....	42

## SUMÁRIO

<b>3</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
3.1	OBJETIVOS .....	13
3.1.1	Objetivo geral .....	13
3.1.2	Objetivos específicos .....	13
3.2	JUSTIFICATIVA .....	14
<b>4</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>15</b>
4.1	PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	15
4.1.1	Critério para medir a produtividade da mão de obra .....	16
4.2	GERENCIAMENTO DE PROJETOS .....	18
4.2.1	Gerenciamento do tempo em projetos .....	18
4.2.2	Definição das atividades .....	19
4.2.3	Sequenciamento das atividades .....	20
4.2.4	Estimativas de Recursos e Durações das Atividades .....	21
4.2.5	Desenvolvimento do cronograma.....	22
4.2.6	PERT/CPM.....	22
4.2.7	MS Project.....	23
4.3	SCRUM.....	24
4.3.1	Conceitos básicos .....	25
4.3.2	Equipe Scrum.....	26
4.3.3	Eventos Scrum.....	27
4.3.4	Artefatos Scrum .....	29
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>31</b>
5.1	PROCEDIMENTOS .....	31
<b>6</b>	<b>ESTUDO DE CASO</b> .....	<b>33</b>
6.1	CARACTERIZAÇÃO DA OBRA.....	33
6.2	LEVANTAMENTO DOS DADOS INICIAIS.....	34
<b>7</b>	<b>ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	<b>36</b>
7.1	EXECUÇÃO CONVENCIONAL DA OBRA .....	36
7.1.1	Acompanhamento da obra .....	36
7.1.2	Produtividade estimada.....	38
7.2	APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SCRUM.....	39
7.2.1	Equipe Scrum.....	39



## SUMÁRIO

7.2.2	Eventos Scrum.....	40
7.2.3	Artefatos Scrum .....	41
7.2.4	Produtividade na aplicação do Scrum.....	41
7.3	COMPARATIVO DE PRODUTIVIDADE .....	42
<b>8</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>43</b>
8.1	SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS.....	43
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>44</b>

### 3 INTRODUÇÃO

A mão de obra é o recurso que apresenta grande influência direta na qualidade e custo do produto final executado por construtoras. No setor relacionado a obras de pequeno porte, é comum que esse recurso possua menor nível de qualificação. Assim, caso não haja um maior acompanhamento do engenheiro civil ou mestre de obras responsável durante a execução dos processos construtivos, a probabilidade de existirem erros nas construções é maior. Portanto, mostra-se necessário o uso e implementação de inovações de gerenciamento para se conseguir melhorias quanto a produtividade e aproveitamento da mão de obra.

No setor da construção civil, o aumento da produtividade gera inúmeros benefícios às empresas que possuem um melhor controle sobre os seus processos construtivos. Dentre esses benefícios está a diminuição de custos, que é um dos fatores mais buscados pelas empresas. Nesse contexto, fica evidente a importância de se ter um eficaz gerenciamento do projeto e dos recursos utilizados nas construções, em especial, a mão de obra.

O gerenciamento de projetos e a gestão do canteiro de obras são ferramentas úteis para se medir a produtividade da mão de obra, pois estão relacionadas com o acompanhamento e controle direto das atividades e processos recorrentes. Sem adentrar nas análises aprofundadas de tempos e movimentos da mão de obra, a supervisão da produção com base no cronograma e planejamentos estipulados tornou-se uma forma básica para se medir a produtividade em obras de pequeno porte, facilitando o gerenciamento pelo profissional responsável pela obra.

Ainda que nas empresas de médio e grande porte haja uma maior preocupação com a qualificação e treinamento da sua mão de obra, percebe-se que isso não é recorrente na realidade de empresas de pequeno porte, em geral, escritórios e pequenas construtoras. Existe também grande parcela de mão de obra informal desqualificada presente nessa parte do setor da construção civil, sendo um fator que muito influencia nesses valores negativos de produtividade. Portanto, buscou-se estudar e reunir informações sobre as vantagens de se implementar uma metodologia mais aplicada ao gerenciamento real e interativo da mão de obra para esses casos.

O uso de gestões dinâmicas, envolvendo diretamente o gerenciamento e a interação da mão de obra, surge como um grande aliado para obtenção de melhores níveis de qualidade na execução dos processos construtivos. A metodologia ágil Scrum tem como foco principal orientar a equipe de trabalho à conclusão efetiva de um objetivo, entregando pequenas partes mensuráveis às partes interessadas. Buscando atingir a conclusão precisa de cronograma e prazos estipulados, este estudo visa analisar a implementação dessa metodologia ágil durante o gerenciamento da construção de uma residência.

Para o seguinte estudo, abordou-se como a produtividade é caracterizada no setor da construção civil e como o gerenciamento de projetos pode auxiliar para o ganho de valores positivos nesse índice. Acompanhou-se a execução de uma residência unifamiliar, para se ter maior contato com a equipe de trabalho e percepção de como esta trabalha. A partir disso, programou-se o planejamento e execução de uma etapa da obra utilizando a metodologia ágil Scrum, analisando as possíveis interações e acompanhamento da mão de obra. Por fim, comparou-se os resultados obtidos pelos dois métodos, objetivando ganhos de tempo no cronograma e cumprimento de prazos estipulados.

## 3.1 OBJETIVOS

### 3.1.1 Objetivo geral

Analisar a produtividade da mão de obra na construção de uma residência, comparando a utilização da gestão ágil Scrum com o gerenciamento tradicional.

### 3.1.2 Objetivos específicos

- Avaliar a produtividade da mão de obra na execução de uma residência planejada com base no gerenciamento tradicional;
- Reprogramar a execução de um serviço da obra estudada utilizando a metodologia Scrum, avaliando a produtividade obtida;
- Comparar a produtividade com análise dos resultados obtidos pelos dois métodos.

### 3.2 JUSTIFICATIVA

O setor da construção civil, voltado para obras de pequeno porte, utiliza em sua maior parte grande quantidade de mão de obra com baixo nível de especialização. Assim, estima-se que a produtividade e qualidade na execução dessas construções sejam prejudicadas, não havendo efetivo comprometimento com prazos e especificações estabelecidas em projetos.

A competitividade do mercado atual exige que as construções sejam feitas com maior cumprimento de prazos, surgindo a necessidade da constante evolução de práticas e gestões inovadoras para se alcançar melhores níveis de qualidade na entrega de resultados. Segundo Vieira Netto (1993), os tocadores de obra são, essencialmente, centralizadores e tocam os serviços com base na intuição, muitas vezes, sem planejamento. Em construções de pequeno porte, tendo residências como exemplo mais comum, estima-se que o planejamento e cumprimento de prazos não são rigorosos, deixando a mão de obra dependente desse tocador de obra.

Para essas insuficiências, o uso de gestões mais dinâmicas e focadas na interação de equipes de trabalho contribui em muito para o aumento da produtividade e qualidade do serviço executado pela mão de obra, que terá maior conhecimento e alinhamento com os planejamentos estabelecidos. A metodologia Scrum será utilizada por apresentar fácil aplicabilidade e interação entre equipes de trabalho, auxiliando no gerenciamento de obras menos assistidas tecnicamente.

Espera-se que o estudo apresentado resulte em um melhor aproveitamento da mão de obra e seu potencial, executando os processos construtivos em maior conformidade com o cronograma estipulado. A aplicação de gestões ágeis e práticas, envolvendo toda a equipe que executa projetos de pequeno porte, deve facilitar o gerenciamento do engenheiro civil responsável por estes.

## 4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 4.1 PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A produtividade é um dos pontos que mais preocupam as empresas do setor da construção civil no Brasil. A CBIC, Câmara Brasileira da Indústria da Construção, relata que, no período de 2007 a 2012, a Produtividade Total dos Fatores (PTF) das empresas de construção civil apresentou redução de 0,4% ao ano. A queda da PTF, observada em todos os anos do período analisado, à exceção de 2009, indica perda de eficiência do setor, ou seja, ao analisar as empresas em seu conjunto, conclui-se que, apesar do forte crescimento do nível de atividade nos anos recentes, o setor perdeu produtividade.

Ainda sobre os dados da CBIC, existem indicadores de produtividade que denotam que o crescimento econômico do setor nos últimos anos ocorreu acompanhado de perdas de produtividade. De modo geral, houve perda de eficiência na alocação de trabalhadores e capital físico nas obras, ou seja, os fatores de produção se tornaram mais improdutivos (CBIC, 2016). Isto relaciona-se com aspectos importantes da construção civil, pois o aumento em valores de produtividade está diretamente relacionado com o crescimento das empresas presentes no setor e às remunerações de empresários e trabalhadores.

Segundo Carraro (1998), a competitividade de mercado aumentou a discussão sobre a importância de se elevar a qualidade e o nível de produtividade na indústria da construção, visando a redução de custos e tornando-se uma necessidade das construtoras. “O estudo da produtividade da mão de obra pode trazer benefícios à indústria da construção civil, a partir do instante em que fornece informações confiáveis quanto à realidade analisada” (CARRARO, 1998, p. 3). O autor acrescenta que estas informações podem auxiliar os gestores em vários aspectos, como por exemplo: previsão do consumo de mão de obra, previsão da duração dos serviços, avaliação e comparação de resultados, desenvolvimento e aperfeiçoamento de métodos construtivos. “É de extrema importância que as empresas da construção civil sejam modernizadas e possam tornar seus processos construtivos mais eficazes e eficientes, com total integração, no sistema de construção, de todos os participantes” (COELHO, 2003, p. 3).

Caracteriza-se que produtividade seja a eficiência em se transformar entradas em saídas num processo produtivo (SOUZA, 1998 apud SOUZA, 2000). Tratando-se da mão de obra, Souza (2000) denota que o estudo da produtividade desta é uma análise de produtividade física, caracterizada pela eficiência com que os recursos são transformados em produtos através de um processo produtivo.

Librais (2001) afirma que os processos construtivos de serviços da construção civil possuem uma organização bastante primitiva. “Há, portanto, uma carência de aprimoramento quanto ao planejamento no nível de produção de serviço, quanto à organização de cada um deles, que possibilite, entre outros benefícios, a melhoria da produtividade” (LIBRAIS, 2001, p. 5). Existe uma deficiência nos processos produtivos na indústria da construção civil nacional quanto ao uso dos recursos físicos, mas também um grande potencial para a melhoria da sua produtividade, que pode ser alcançada com a utilização de políticas voltadas para aumento da produtividade, envolvendo aspectos gerenciais e tecnológicos (PALIARI, 2008).

“Na aplicação das técnicas de planejamento é preciso levar em consideração os fatores humanos envolvidos, permitindo-lhes, por meio do aprendizado e da transmissão de ordens em linguagem clara, maior autonomia e compreensão das atividades a executar” (LIMMER, 1997, p. 4). Com base nas diferentes abordagens sobre produtividade, conclui-se que o gerenciamento do projeto é fundamental para um melhor aproveitamento dos recursos de uma construção, especialmente da mão de obra, agregando positivamente na qualidade e requisitos do produto final.

#### 4.1.1 Critério para medir a produtividade da mão de obra

Existem diversas maneiras para se analisar a produtividade da mão de obra em uma construção. A forma mais direta de se medir a produtividade é baseada na Razão Unitária de Produção (RUP), determinada pela quantificação da mão de obra necessária (expressa em homens-hora demandados) para se produzir uma unidade da saída em estudo (SOUZA, 2000).

Como apresenta-se na Equação 1, a produtividade da mão de obra será calculada como:

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

Onde:

Hh = Homens-hora utilizados para a realização do serviço (entrada);

Qs = Quantidade de serviço (saída).

A incidência de cada insumo na execução de uma unidade é chamada de índice, sendo expresso como unidade de tempo por unidade de trabalho, como exemplo, h/m<sup>2</sup>. O índice, também chamado de RUP, é inverso à produtividade (MATTOS, 2010). Quanto mais precisas e confiáveis forem as informações dos índices ou produtividades, contidas no orçamento, mais preciso e confiável será o cronograma.

Quanto menor a RUP, maior será a produtividade, ou seja, necessita-se de menos mão de obra para a produção de uma unidade da saída. “Quanto maior a produtividade, mais unidades do produto são feitas em um determinado espaço de tempo. Quanto mais produtivo um recurso, menos tempo ele gasta na realização da tarefa” (MATTOS, 2010, p.77). Um exemplo de composição de insumos por m<sup>2</sup> de alvenaria é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição de insumos por m<sup>2</sup> de alvenaria

<b><i>Insumo</i></b>	<b><i>Unidade</i></b>	<b><i>Índice (ou coeficiente)</i></b>
Pedreiro	h	0,90
Servente	h	1,05
Bloco	un	35
Cimento	kg	3,2
Arenoso	m <sup>3</sup>	0,010
Areia	m <sup>3</sup>	0,015

Fonte: MATTOS (2010, p. 78).

Esses dados de insumos podem ser encontrados para referência na publicação TCPO – Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos ou SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, que é disponibilizado pela Caixa Econômica Federal.



## 4.2 GERENCIAMENTO DE PROJETOS

O Project Management Institute (PMI) define gerenciamento de projetos como “a aplicação de conhecimento, de habilidades, de ferramentas e técnicas a uma ampla gama de atividades para atender aos requisitos de um determinado projeto” (PMI, 2008 apud CANDIDO et al., 2012).

O gerenciamento de um projeto é, portanto, a coordenação eficaz e eficiente de recursos de diferentes tipos, como recursos humanos, materiais, financeiros, políticos, equipamentos e de esforços necessários para obter-se o produto final desejado – a obra construída – atendendo-se a parâmetros preestabelecidos de prazo, custo, qualidade e risco. (LIMMER, 1997, p. 12).

A finalidade do gerenciamento de projetos é pôr em prática o plano de projeto, integrando a análise dos processos de gerenciamento, sendo eles: iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle, e finalização. Tais processos constituem fases distintas do projeto, que necessitam de respectivos controles para um melhor rendimento do gerenciamento (VALLE et al., 2007).

Limmer (1997, p. 3) afirma que “é preciso coletar dados durante a execução do projeto, transformá-los em informações e com elas alimentar o sistema de controle do projeto”. Isso contribui para melhor comparação e análise entre resultados obtidos e esperados, tornando o gerenciamento e controle do projeto mais efetivo. “O gerenciamento de projetos pode ser capaz de detectar e controlar custos e prazos mantendo a competitividade a fim de superar as expectativas dos clientes” (BONFIN et al., 2012, p. 6).

### 4.2.1 Gerenciamento do tempo em projetos

Para gerenciar de forma efetiva um projeto como um todo, é fundamental que haja conjuntamente um gerenciamento do tempo deste, visto que “o tempo de duração de um projeto constitui um dos elementos fundamentais do seu planejamento” (LIMMER, 1997, p. 39).

Segundo o PMI (2017), o gerenciamento do tempo relaciona os processos necessários para a conclusão do projeto no prazo estipulado, ou seja, etapas a serem executadas para uma melhor estimativa dos prazos do projeto. “O gerenciamento do

tempo vai desde a definição de atividades, sequenciamento, definição de recursos, estimativa de duração e montagem até controle do cronograma” (BARCAUI, et al., 2007, p. 9).

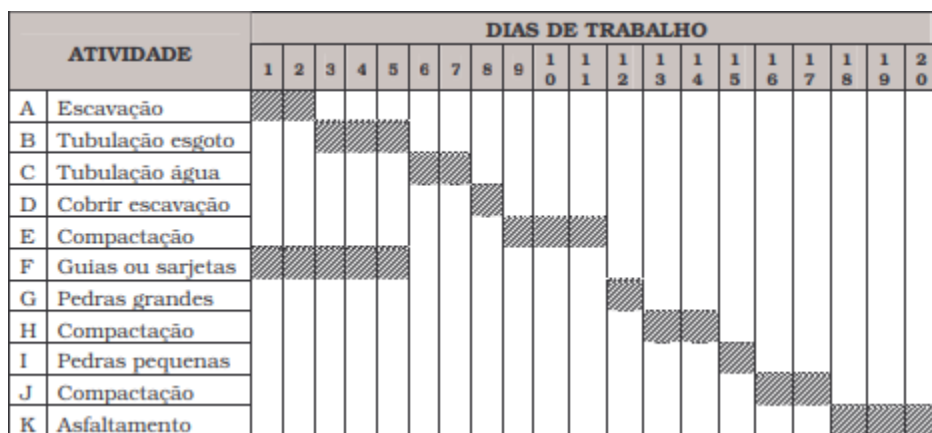
#### 4.2.2 Definição das atividades

“A definição das atividades do cronograma é o primeiro processo do gerenciamento do tempo” (BARCAUI et al., 2007, p. 11), sendo importante para a separação e conhecimento de todas as atividades necessárias para a obtenção do resultado final. Na execução de uma residência, por exemplo, a definição das atividades irá delinear o andamento da obra, iniciando as noções de prazos e duração dos processos construtivos.

Para essa definição de atividades, cria-se uma estrutura analítica de projeto (EAP), que é a representação gráfica do escopo do projeto. “Ela ilustra, de maneira estruturada e hierárquica, quais são todas as entregas e pacotes do projeto” (KEELING, 2012, p.129). A estrutura analítica de projeto, segundo o PMI (2017), é definida como “uma decomposição hierárquica orientada à entrega do trabalho a ser executado pela equipe do projeto para atingir os objetivos do projeto e criar as entregas necessárias. Ela organiza e define o escopo total do projeto” (KEELING, 2012, p.129). Segundo Limmer (1997), a EAP objetiva dividir o projeto em componentes de tamanho adequado, sendo uma das ferramentas mais importantes do gerente de projeto, permitindo a facilidade de conhecimento de todos os detalhes deste.

Um modelo de EAP pode ser criada por meio do gráfico de Gantt, também conhecido como cronograma de barras, como exemplificado na Figura 1. “O cronograma de barras é representação dos serviços programados numa escala cronológica de períodos expressos em dias corridos, semanas ou meses, mostrando o que deve ser feito em cada período” (LIMMER, 1997, p. 73). “Trata-se de um gráfico de forma matricial das atividades do projeto e uma linha de tempo onde, para cada tarefa é atribuída uma barra de comprimento proporcional ao tempo de duração da tarefa” (PEINADO & GRAEML, 2007, p. 495).

Figura 1 - Exemplo de Gráfico de Gantt



Fonte: PEINADO & GRAEML (2007, p. 496)

O gráfico de Gantt é útil para planejamento, comunicação e controle do andamento do projeto, sendo de fácil compreensão da programação das tarefas, mostrando a sequência e quando cada atividade está programada para acontecer (KEELING, 2012).

#### 4.2.3 Sequenciamento das atividades

Após a definição das atividades, indica-se as atividades predecessoras, onde relaciona-se o sequenciamento destas para determinar as etapas e andamento lógico do projeto, como visto na Tabela 2.

Identificar as predecessoras de cada atividade é muito importante, pois essa relação entre as atividades afeta diretamente os prazos do cronograma. Essa relação indica qual conclusão de atividades deve ocorrer para que outra atividade comece, para o devido sequenciamento ao projeto (MATTOS, 2010).

Tabela 2 - Sequenciamento de atividades e suas predecessoras

Código da atividade	Descrição da atividade	Duração (dias)	Predecessoras
A	Escavação do solo	2	-
B	Colocação da tubulação de esgoto	3	A
C	Colocação da tubulação de água	2	B
D	Cobrir escavação do solo	1	C
E	Terraplenagem e compactação do solo	3	D
F	Colocação da guias ou sarjetas	5	-
G	Camada de pedras grandes	1	E, F
H	Compactação	2	G
I	Camada pedras pequenas	1	H
J	Compactação	2	I
K	Asfaltamento	3	J

Fonte: PEINADO & GRAEML (2007, p. 496)

#### 4.2.4 Estimativas de Recursos e Durações das Atividades

“Etapa em que é definida a quantidade de horas para a realização de cada atividade” (CANDIDO et al., 2012, p. 33). Para determinar a duração das atividades é feita uma estimativa do tempo necessário para realização de cada atividade, analisando diretamente os recursos, como mão de obra e materiais.

Faz-se necessário também a verificação de disponibilidade destes recursos considerados no planejamento do tempo, para que as atividades sejam executadas devidamente (LIMMER, 1997). “Durações mal atribuídas podem corromper totalmente o planejamento, distorcendo-o e tornando-o inexecutável ou sem utilidade prática para quem irá gerenciar a obra” (MATTOS, 2010, p. 73.)

A projeção de horas para cada atividade permite identificar quais estão com atrasos e demandam mais tempo. Tal projeção possibilita o deslocamento de equipes para ajudar nos pacotes em atraso, corrigindo as diferenças de cronograma durante o processo, pois atrasos significam aumento de custos em diversos componentes orçamentários. (CANDIDO et al., 2012, p. 33).

Convencionalmente, em planejamentos de obra, a unidade mais comum para determinar os serviços é o dia. Essa determinação padrão das durações deve ser realizado no início do planejamento. Para obras muito curtas, usa-se o padrão em horas (MATTOS, 2010).

#### 4.2.5 Desenvolvimento do cronograma

“Cronograma é uma representação gráfica da execução de um projeto, indicando os prazos em que deverão ser executadas as atividades necessárias, mostradas de forma lógica, para que o projeto termine dentro das condições previamente estabelecidas” (LIMMER, 1997, p. 68).

Juntamente com uma EAP e um cronograma de execução do projeto, a elaboração de um Quadro de Cálculo do Efetivo de Mão de Obra (QCEMO), apresentado na Tabela 3, é necessário para a determinação de um eficaz cronograma de mão de obra (LIMMER, 1997).

Tabela 3 - Quadro de Cálculo do Efetivo de Mão de Obra

Item	Serviço	Unidade	Quantidade	Equipe básica	Produtividade	Número de		Prazo total	Efetivo
						Dias	Equipes		

Fonte: LIMMER (1997, p. 68).

#### 4.2.6 PERT/CPM

O planejamento e controle são atividades essenciais em qualquer ramo de atividade industrial. No contexto da construção civil, a execução de qualquer empreendimento exige uma combinação de recursos (materiais, mão de obra, equipamentos e capital), os quais estão sujeitos a limites e restrições. A alocação de recursos no devido tempo e o fornecimento de dados e fatos para o controle somente são possíveis através de um eficiente sistema de planejamento e programação (ARAÚJO; MEIRA, 1997).

PERT e CPM são métodos muito utilizados no gerenciamento e planejamento na construção civil principalmente, onde os serviços segmentados e executados em fases, permitindo assim a fácil visualização de tempo e sequenciamento de atividades. O sistema é denominado PERT/CPM por integrar os preceitos dos dois métodos. “A técnica PERT combinada com o CPM permite que análises estatísticas de probabilidade de cumprimento do projeto em determinados ciclos sejam realizadas” (KEELING, 20112, p. 139).

“No sistema PERT os prazos para realização e conclusão das tarefas são tratados de forma probabilística enquanto que no sistema CPM os prazos de realização das tarefas são tratados de forma determinística” (PEINADO & GRAEML, 2007, p. 497). Um modelo é determinístico quando tem um conjunto de entradas conhecido e do qual se resultam um único conjunto de saídas. Já o modelo probabilístico possui uma ou mais variáveis aleatórias como entrada, que conduzem à saídas aleatórias.

“PERT é a sigla de *Program Evaluation and Review Technique*. Consiste de uma metodologia utilizada para planejar, coordenar e controlar o andamento de projetos de grande porte” (PEINADO & GRAEML, 2007, p. 496). Com o PERT, pode-se estimar a duração esperada (E) de atividades, com a técnica de estimativas de 3 pontos, sendo eles, a duração otimista (O), duração mais provável (M) e duração pessimista (P), segundo a Equação 2 (KEELING, 2012).

$$E = \frac{(O + 4M + P)}{6} \quad (2)$$

O Método do Caminho Crítico, do inglês, Critical Path Method (CPM), é caracterizado com uma sequência de atividades que precisam ser concluídas nas datas estipuladas para que o projeto seja concluído conforme o prazo final (HENRICH; KOSKELA, 2005). Essa sequência de atividades, chamadas de atividades críticas, produz o tempo mais longo, definindo o prazo total do projeto (MATTOS, 2010). Para o projeto ser antecipado, é preciso reduzir a duração de alguma atividade crítica. O prazo não se reduz por ganho de tempo em atividades não críticas.

#### 4.2.7 MS Project

O Microsoft Project, mais conhecido como MS Project, é um *software* criado para o gerenciamento de projetos, possibilitando relacionar tempo às atividades, associando o custo de recursos, como mão de obra e materiais. O programa também permite uma eficaz administração de prazos, criando gráficos e relatórios para um melhor controle e monitoramento do projeto.

Este *software* permite comparar os andamentos estipulado e real da obra, através de linhas de base. Isso facilita o controle gerencial, criando “a comparação

sistemática entre o previsto e o realizado, tendo como objetivo fornecer subsídios para as análises físicas, econômicas e financeiras e estabelecer os critérios lógicos para a tomada de decisões” (ARAÚJO; MEIRA, 1997, p.4).

A partir de informações disponibilizadas para o programa, pode-se calcular e controlar a programação, custos e demais recursos. Quanto mais informações forem disponíveis, mais preciso será o planejamento (BARRA; SEPTIMO; BASTOS; MARTINS, 2013).

### 4.3 SCRUM

O Scrum é uma metodologia ágil utilizada para o gerenciamento de projetos, considerado como um arranjo de trabalho (*framework*) dinâmico para o gerenciamento de projetos a partir de práticas interativas e incrementais que buscam propiciar mais valor ao negócio (SILVA; LOVATO, 2016).

Um dos criadores deste framework, Sutherland (2014, p. 12) afirma que “A estrutura do Scrum busca aproveitar a maneira como as equipes realmente trabalham, dando a elas as ferramentas para se auto-organizar e, o mais importante, aprimorar rapidamente a velocidade e a qualidade de seu trabalho”.

“Utilizado inicialmente para o desenvolvimento de *softwares*, o Scrum baseia-se no princípio da objetividade, papéis bem definidos e facilidade de aprendizado” (SILVA; LOVATO, 2016, p. 3). Isto deu a essa ferramenta uma maior visibilidade e aplicação em diversas áreas para um gerenciamento mais simples e dinâmico. As vantagens da metodologia ágil e da abordagem do Scrum estão na sua simplicidade. Os papéis de cada membro são bem definidos, as entregas em destaque podem ser testadas em pequenos ciclos de iterações e a comunicação intensa entre as equipes é muito demandada, o que ajuda na efetiva organização dos participantes do trabalho e aumento de sua produtividade (CERVONE, 2011).

O fluxo de trabalho e coordenação do projeto devem ser administrados de forma horizontal, pois os grupos trabalham de forma mais interativa, permitindo melhor coordenação e comunicação entre o subordinado e seu gerente. Essa ideia é amplamente utilizada no Scrum, pois as equipes de trabalho devem se auto-organizar

para conseguir uma maior produtividade e rendimento durante o período de trabalho (KERZNER, 2002).

Segundo Sutherland (2014), o Scrum é focado na priorização de entregas de resultado, com objetivo principal de oferecer maior valor de negócio ao produto no menor tempo possível. Este autor ainda ressalta que o Scrum não deve ser considerado um grande solucionador de problemas, mas sim uma ferramenta útil para dar visibilidade aos empecilhos e servir de guia para a construção de soluções.

A implantação da metodologia Scrum pode ajudar as equipes a reconhecerem melhor as atividades que estão sendo feitas, por meio de reuniões para reflexão quanto aos objetivos, processos e métodos.

#### 4.3.1 Conceitos básicos

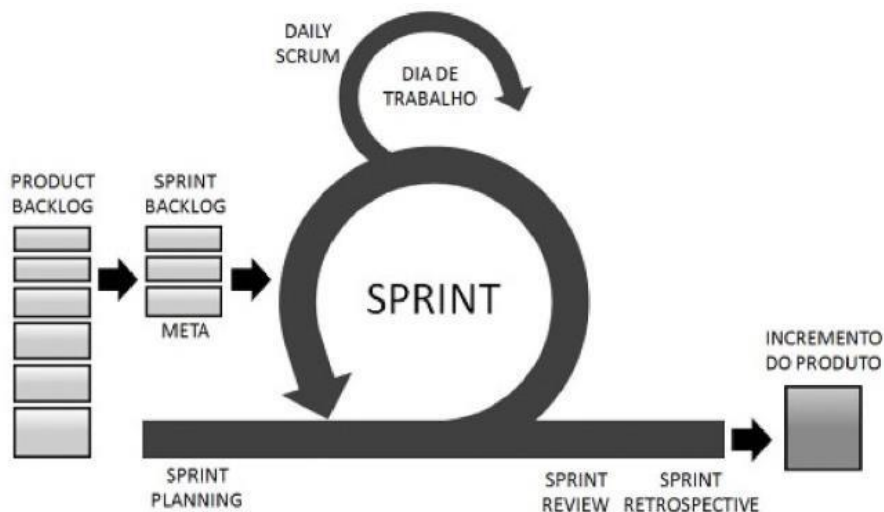
O modelo Scrum é baseado em 3 componentes principais: papéis fundamentais, atividades básicas e documentos, ou artefatos (CERVONE, 2011).

Os papéis fundamentais referem-se aos integrantes da Equipe Scrum, sendo eles o Dono do Produto (*Product Owner*), o Time de Desenvolvimento (*Development Team*) e o Mestre Scrum (*Scrum Master*). As atividades básicas caracterizam os Eventos Scrum, que se dividem em *sprint*, planejamento do *sprint* (*sprint planning*), reunião diária (*daily meeting*) e retrospectiva do *sprint* (*sprint retrospective*). Os documentos, também conhecidos como Artefatos Scrum, são essenciais para que o trabalho consiga ser executado e a metodologia seja aplicada. São eles o *Product Backlog*, *Sprint Backlog*, incremento e gráficos (SCHWABER; SUTHERLAND, 2016).

O ciclo do Scrum, indicando todos os seus conceitos básicos, é mostrado na Figura 2.



Figura 2 - Ciclo do Scrum



Fonte: SABBAGH, 2014.

## 4.3.2 Equipe Scrum

### 4.3.2.1 Product Owner

“O Dono do Produto é responsável por maximizar o valor do produto e do trabalho da Equipe de Desenvolvimento” (SCHWABER; SUTHERLAND, 2016, p. 6). Ele deve saber o que precisa ser construído para a entrega do projeto e a sua sequência de progresso, podendo ser caracterizado como o cliente ou a pessoa que representa o cliente (CARVALHO, 2012). “O *Product Owner* está na linha de frente do projeto, uma vez que ele é a figura do gerente, que interage com grande frequência e diariamente com todos os envolvidos no projeto” (SILVA; LOVATO, 2016, p. 5).

### 4.3.2.2 Development Team

O Time de Desenvolvimento é formado pelas pessoas que executam o projeto para entregar uma parte mensurável do produto durante um *sprint*. Este time deve conter membros auto-organizados e multifuncionais, de modo que consigam gerir o próprio serviço, buscando sua eficiência e eficácia através da sinergia (SCHWABER; SUTHERLAND, 2016).

Uma equipe profissional multidisciplinar, experiente e com bom conhecimento do tema do projeto é capaz de avaliar de forma sistêmica todo o trabalho que tem de ser desenvolvido e, a partir disso, definir e encadear as principais atividades e estimar seus respectivos ciclos e custos, definindo assim os grandes marcos do projeto e seu custo total. (KEELING, 2012, p. 87).

#### 4.3.2.3 Scrum master

“O Scrum Master é responsável por garantir que o Scrum seja compreendido e posto em prática” (SCHWABER; SUTHERLAND, 2016, p. 8).

Para um melhor desenvolvimento das etapas do projeto e aplicação dos conceitos da metodologia, o Mestre Scrum deve dominar o Scrum e seus processos, atuando como um facilitador, removendo empecilhos e motivando a equipe a atingir os objetivos estipulados durante o respectivo *sprint* (SCHWABER; SUTHERLAND, 2016).

### 4.3.3 Eventos Scrum

#### 4.3.3.1 Sprint

O progresso de desenvolvimento do Scrum é realizado por meio de *sprints*, que são ciclos de trabalho, no qual objetivos de entrega são bem definidos e focados, variando, geralmente, de 1 a 4 semanas. Esses ciclos se baseiam na inspeção e adaptação, pois, de tempos em tempos, é importante revisar o que se fez, verificar se isto deveria ser feito e como fazer de uma maneira melhor (SUTHERLAND, 2014).

Isto promove uma melhor reflexão e entendimento do processo que está sendo executado, auxiliando as equipes na aprendizagem efetivas das atividades que estão inseridas. Durante cada *sprint* são realizados controles e gerenciamento de riscos para evitar o caos e maximizar a flexibilidade (SCHWABER, 1997).

“O *Sprint* deve ser definido por duração fixa e constante, onde o incremento do produto é gerado pela equipe de desenvolvimento a partir do escopo do *Product Backlog*, priorizados pelo *Product Owner*” (SILVA; LOVATO, 2016, p. 4).

Para uma representação simples e visível do que se está sendo executado durante um *sprint* é utilizado o Quadro Scrum, como mostrado na Figura 3. Esse quadro

pode ser montado facilmente usando *post-its* ou pedaços de papel, para mostrar em qual estágio de progresso determinada atividade se encontra (SUTHERLAND, 2014).

Figura 3 - Quadro Scrum

PROJETO/EQUIPE: EQUIPE SCRUM MARAVILHOSA					
	Pendência	A fazer	Fazendo	Em revisão/garantia de qualidade	Feito!
História do usuário 1					
História do usuário 2					
História do usuário 3					
História do usuário 4					

Fonte: SUTHERLAND, 2014, p. 127.

Diferente do desenvolvimento de *softwares*, a construção civil realiza cada etapa de execução sem iterações, ou seja, cada fase de construção é construída uma única vez, para que não ocorra o atraso do cronograma. Portanto, o planejamento de cada *sprint* deve ser feito com bastante atenção e comprometimento dos envolvidos, para que não existam problemas posteriores à construção de determinada fase da obra.

#### 4.3.3.2 Sprint planning, sprint review e sprint retrospective

O *sprint planning* consiste em uma reunião na qual a Equipe de Desenvolvimento, Mestre Scrum e Dono do Produto definem os requisitos principais que o projeto deve ter, para então definir os valores de entrega e objetivos dos *sprints* que sucederão. O *sprint* iniciará assim que esses parâmetros forem definidos nesta reunião (CERVONE, 2011).

No final de cada *sprint* deve ocorrer uma reunião, chamada *sprint review*, para revisar e analisar os resultados neste período, inspecionando o incremento e adaptando o *Product Backlog*, caso necessário (SCHWABER; SUTHERLAND, 2016). Durante essa

reunião, é mostrado ao Dono do Produto e *stakeholders* as funcionalidades criadas durante o *sprint*, ou seja, caracteriza-se pela entrega de um produto com valor real e mensurável (CERVONE, 2011).

“A retrospectiva do *sprint*, ou *sprint retrospective*, ocorre depois da revisão do *sprint* e antes do próximo planejamento de *sprint*” (SCHWABER; SUTHERLAND, 2016, p. 16). Essa reunião é realizada apenas pelos membros da equipe e o dono do produto, com objetivo de avaliar o processo em sua totalidade, assim como os membros da equipe, ferramentas e o produto obtido. São analisados também os pontos positivos, pontos negativos e planos para melhoramentos no geral (SCHWABER; SUTHERLAND, 2016).

#### 4.3.3.3 Daily meeting

Também conhecido como *Daily Scrum*, a reunião diária deve durar até no máximo 15 minutos, com o propósito dos membros da equipe de desenvolvimento responderem 3 questões (SCHWABER; SUTHERLAND, 2016). São elas, segundo Sutherland (2014, p. 186):

- O que você fez ontem para ajudar a equipe a concluir o Sprint?
- O que você vai fazer hoje para ajudar a equipe a concluir o Sprint?
- Existe algum obstáculo impedindo você ou a equipe de alcançar o objetivo do Sprint?

#### 4.3.4 Artefatos Scrum

##### 4.3.4.1 Product Backlog

“O *Product Backlog* consiste em uma relação de itens de todo o trabalho que será realizado ao longo do projeto, com vistas a garantir a entrega de um produto do projeto” (SILVA; LOVATO, 2016, p. 4).

O responsável pelo *Product Backlog* é o Dono do Produto, que define seu conteúdo e ordenação. Este artefato caracteriza-se por uma lista contendo todas as principais propriedades, funcionalidades e requisitos a serem desenvolvidos no projeto (SCHWABER; SUTHERLAND, 2016, p. 17).

Essa lista de requisitos pode ser criada utilizando um software de gerenciamento de projetos, como por exemplo, o MS Project, ou por simples planilhas (CERVONE, 2011).

#### 4.3.4.2 Sprint Backlog

O *Sprint Backlog* refere-se aos itens do *Product Backlog* selecionados para serem executados pela equipe de desenvolvimento durante um *sprint*. (SILVA; LOVATO, 2016). Esta lista de itens “[...] torna visível todo o trabalho que a Equipe de Desenvolvimento identifica como necessário para atingir o Objetivo (*Goal*) do *sprint*” (SCHWABER; SUTHERLAND, 2016, p. 19).

#### 4.3.4.3 Incremento

O incremento é o resultado obtido durante um *sprint*, sendo a soma de todos os itens definidos do *Product Backlog* para essa iteração. Esse resultado pode ser funcionalidades, melhorias ou correções para o produto (SILVA; LOVATO, 2016).

## 5 METODOLOGIA

Quanto ao objetivo, este trabalho consiste em uma pesquisa descritiva. Segundo Gil (1994), pesquisas descritivas tem como objetivo a descrição das características de um determinado fenômeno, realizando assim um estudo por meio de coleta de dados. A princípio realizou-se uma pesquisa primária, buscando em trabalhos originais as definições e conceitos sobre produtividade, gerenciamento de projetos e a metodologia ágil Scrum. A abordagem dessa pesquisa é qualitativa, pois, como afirma Godoy (1995), realiza-se análise de conteúdo e compreensão dos dados coletados.

Quanto ao procedimento técnico utilizado para o desenvolvimento, trata-se de um estudo de caso, no qual realizou-se a coleta de informações sobre a execução de uma residência unifamiliar para analisar a produtividade e possíveis ganhos ao se reprogramar a execução da mesma ao implementar o Scrum. Como classificado por Godoy (1995), no estudo de caso, o pesquisador produz relatórios para uma melhor visualização e entendimento do caso, através de uma variedade de dados coletados em diferentes momentos, que podem ser obtidos por observação ou entrevista.

### 5.1 PROCEDIMENTOS

Utilizou-se o *software* MS Project para analisar o cronograma e desenvolvimento da execução da obra do estudo de caso. Uma vez que o programa já realiza análises de recursos, datas e caminho crítico, além de criar gráficos e relatórios, optou-se por basear o gerenciamento, gráficos e diagramas utilizando essa ferramenta.

Durante a execução da obra foi realizado um acompanhamento das atividades, para se medir o tempo real de execução das atividades e analisar o progresso do cronograma. Criou-se uma EAP contendo as etapas executadas na obra, formando um caminho crítico, para se ter controle do andamento desta.

Para medição da produtividade, calculou-se a Razão Unitária de Produção (RUP), determinada pela quantificação da mão de obra necessária (expressa em homens-hora demandados) para se produzir uma determinada atividade, ou seja,

unidade da saída em estudo. O levantamento da quantidade de homem-hora estimado para o serviço foi feito com base na tabela de Insumos e Composições da SINAPI.

Em seguida, implantou-se o Scrum durante a execução das fôrmas dos pilares do pavimento inferior, atribuindo os principais conceitos da metodologia aos recursos e atividades disponíveis na obra onde realizou-se o estudo de caso, analisando a produtividade obtida, comparando-a com a produtividade teórica calculada.

## 6 ESTUDO DE CASO

### 6.1 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA

A obra estudada caracteriza-se por uma residência unifamiliar de dois pavimentos, localizada na cidade de Vacaria, Rio Grande Do Sul. O terreno onde aquela se encontra possui área de 370 metros quadrados.

A residência contará com garagem, sala de estar, cozinha, lavanderia e lavabo no pavimento térreo, e dois dormitórios, banheiro e suíte máster no pavimento superior, totalizando a área de 232 metros quadrados de residência a construir, como apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Modelo 3D da residência à construir

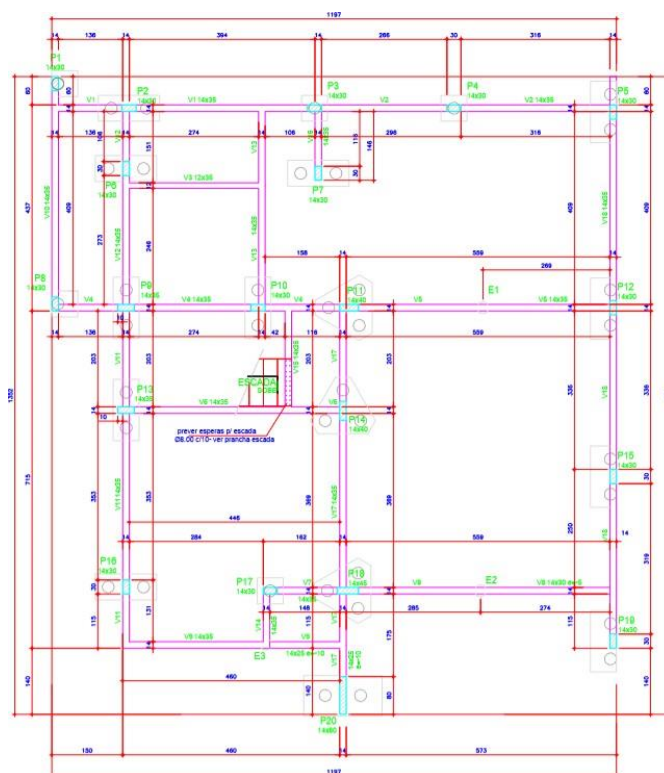


Fonte: Proprietário da obra, 2019.

O pavimento inferior da residência possui 20 pilares, mostrado na Figura 5, sendo calculados 55 metros quadrados de área de fôrmas. Essas áreas são consideradas pela superfície de concreto que entrará em contato com a fôrma de madeira, ou seja, o perímetro de cada pilar multiplicado pela altura do pé direito de 3 metros.



Figura 5 - Projeto Estrutural com indicação dos pilares



Fonte: Proprietário da obra, 2019.

## 6.2 LEVANTAMENTO DOS DADOS INICIAIS

A equipe de trabalhadores, durante todo o acompanhamento da construção da residência em estudo, é composta por um mestre de obras (pedreiro principal) e dois auxiliares de pedreiro.

A jornada de trabalho diária deu-se por 4 horas no período da manhã e 4 horas no período da tarde, totalizando 8 horas de serviço.

O proprietário da obra disponibilizou o cronograma de construção desta, visto na Tabela 4, para se ter maior noção dos passos de execução, criação de EAP e definição do *Product Backlog*.

Tabela 4 - Cronograma físico-financeiro da obra

ITEM	PACOTE DE SERVIÇOS	CUSTO ITEM	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7
1	SERVIÇOS PRELIMINARES	R\$ 2,000.00	R\$ 2,000.00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
		100.00%	100.00%						
2	INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS	R\$ 5,000.00	R\$ 1,000.00	R\$ 500.00	R\$ 500.00	R\$ 500.00	R\$ 500.00	R\$ 500.00	R\$ 500.00
		100.00%	20.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%
3	INFRAESTRUTURA	R\$ 38,958.46	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
		100.00%	0.00%	0.00%					
3.1	Locação - tábua gabarito	R\$ 696.24	R\$ 696.24	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
		100.00%	100.00%						
3.2	Blocos e Estacas	R\$ 26,998.92	R\$ 26,998.92	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
		100.00%	100.00%						
3.3	Vigas Baldrame	R\$ 11,263.30	R\$ -	R\$ 11,263.30	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
		100.00%		100.00%					
4	SUPERESTRUTURA	R\$ 78,094.37	R\$ -	R\$ 15,618.87	R\$ 23,428.31	R\$ 23,428.31	R\$ 15,618.87	R\$ -	R\$ -
		100.00%		20.00%	30.00%	30.00%	20.00%		
5	ALVENARIAS	R\$ 25,146.77	R\$ -	R\$ 5,029.35	R\$ 5,029.35	R\$ 7,544.03	R\$ 7,544.03	R\$ -	R\$ -
		100.00%		20.00%	20.00%	30.00%	30.00%		
6	PISOS EM CONTATO COM SOLO	R\$ 8,446.45	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 6,757.16	R\$ 1,689.29
		100.00%						80.00%	20.00%
7	COBERTURA	R\$ 22,106.54	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 11,053.27	R\$ 11,053.27
		100.00%						50.00%	50.00%
8	REVESTIMENTOS	R\$ 115,435.08	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
		100.00%							
8.1	Revestimentos Primários	R\$ 34,990.62	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 3,499.06	R\$ 13,996.25	R\$ 10,497.19
		100.00%					10.00%	40.00%	30.00%
8.2	Revestimentos Aparentes	R\$ 80,444.46	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
		100.00%							
9	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	R\$ 14,880.49	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
		100.00%							

Fonte: Proprietário da obra, 2019.

## 7 ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 7.1 EXECUÇÃO CONVENCIONAL DA OBRA

#### 7.1.1 Acompanhamento da obra

O acompanhamento da obra iniciou-se junto à concretagem das estacas de fundação, como mostra a Figura 6, em 14 de outubro de 2019. Foram realizadas, em média, 3 visitas semanais até à concretagem dos pilares, no dia 9 de janeiro de 2020, visto na Figura 7.

Figura 6 - Concretagem das estacas de fundação



Fonte: Autoria própria, 2019.

Figura 7 – Fôrmas dos pilares prontas para concretagem

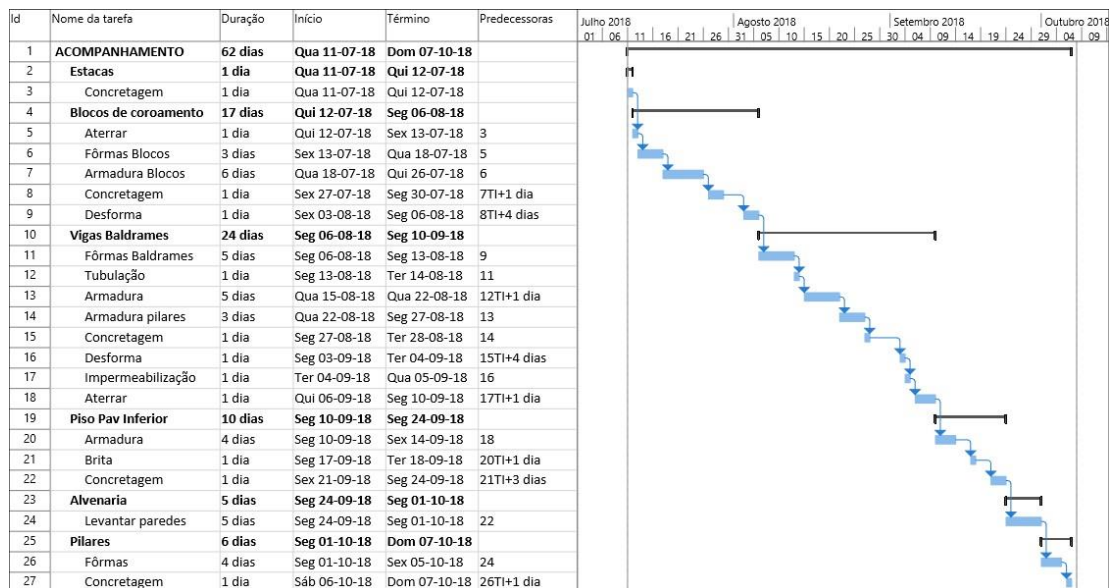


Fonte: Autoria própria, 2020.

O caminho crítico do projeto tornou-se a própria sequência de execução dos processos construtivos, com duração de 62 dias de serviço, já que a única equipe de trabalho esteve trabalhando junto nessa sequência única de serviços.

Ao longo do acompanhamento da obra, pode-se criar a EAP, apresentada na Figura 8, com as etapas principais da obra e suas respectivas durações.

Figura 8 - EAP de acompanhamento da obra e Gráfico de Gantt



Fonte: Autoria própria, 2019.

## 7.1.2 Produtividade estimada

Para estimar a produtividade teórica da realização das fôrmas dos pilares do pavimento inferior, consultou-se a tabela de insumos e composições do SINAPI, referente ao estado de Santa Catarina para o mês de novembro de 2019.

Tabela 5 - Insumos e Composições segundo o SINAPI

FUES	92431	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES COM ÁREA MÉDIA DAS SEÇÕES MAIOR QUE 0,25 M², PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA, 10 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	M2	
INSUMO	2692	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA	L	0,0040000
INSUMO	40271	LOCAÇÃO DE APRUMADOR METALICO DE PILAR, COM ALTURA E ANGULO REGULAVEIS, EXTENSÃO DE *1,50* À *2,80* M	MES	0,1960000
INSUMO	40275	LOCAÇÃO DE VIGA SANDUICHE METALICA VAZADA PARA TRAVAMENTO DE PILARES, ALTURA DE *8* CM, LARGURA DE *6* CM E EXTENSÃO DE 2 M	MES	0,3930000
INSUMO	40287	LOCAÇÃO DE BARRA DE ANCORAGEM DE 0,80 A 1,20 M DE EXTENSÃO, COM ROSCA DE 5/8", INCLUINDO PORCA E FLANGE	MES	0,7850000
INSUMO	40304	PREGO DE AÇO POLIDO COM CABECA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 11)	KG	0,0190000
COMPOSICAO	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1210000
COMPOSICAO	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,6610000
COMPOSICAO	92264	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA PILARES E ESTRUTURAS SIMILARES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA, E = 18 MM. AF_12/2015	M2	0,1050000

Fonte: SINAPI, 2019.

A partir da Tabela 5, atribuiu-se o índice de carpinteiro ao pedreiro e o índice de ajudante de carpinteiro ao auxiliar de pedreiro. Tem-se o índice, ou RUP, do pedreiro de

0,661 h/m<sup>2</sup>, que equivale a uma produtividade de 1,513 m<sup>2</sup>/h, e índice do auxiliar do pedreiro de 0,121 h/m<sup>2</sup>, que equivale a uma produtividade de 8,264 m<sup>2</sup>/h.

Calcula-se então, como mostrado na Tabela 6, a duração teórica dessa atividade, onde o índice da equipe corresponde ao índice do pedreiro, pois a equipe segue o ritmo de trabalho deste.

Tabela 6 - Produtividade na execução convencional das fôrmas dos pilares

CÓDIGO	ATIVIDADE	QTDE	UNID.	EQUIPE BÁSICA		ÍNDICE EQUIPE (h/m <sup>2</sup> )	JORNADA DIÁRIA (h)	DURAÇÃO (dias)	PRODUTIVIDADE (m <sup>2</sup> /h)
				PEDREIRO	AJUDANTE				
92431	MONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES	55	m <sup>2</sup>	1	2	0.661	8	4.54	1.513

Fonte: Autoria própria, 2019.

## 7.2 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SCRUM

### 7.2.1 Equipe Scrum

A definição da Equipe Scrum deve-se à atribuição dos papéis dos envolvidos na construção da obra:

- **Dono do Produto:** é o mestre de obra, responsável por comandar a equipe de desenvolvimento que irá executar os processos construtivos.
- **Equipe de Desenvolvimento:** composta por um mestre de obras e dois auxiliares de pedreiro, responsáveis por executar os processos construtivos.
- **Mestre Scrum:** papel ocupado pelo autor deste estudo, pois conhece a metodologia e os principais conceitos, com função de explicar o funcionamento desta e garantir o cumprimento dos outros papéis, eventos e artefatos.

## 7.2.2 Eventos Scrum

O *sprint* considerado para implementação da metodologia deu-se no serviço de execução das fôrmas dos pilares do pavimento inferior da residência. Esta etapa teve duração de 5 dias, entre as datas de 1 de novembro de 2019 à 5 de novembro de 2019.

Antes de iniciar o *sprint*, realizou-se a reunião de planejamento (*sprint planning*), na qual todos os participantes da Equipe Scrum discutiram os passos a serem seguidos e executados para se atingir o objetivo final deste *sprint*, que é a entrega de todas as fôrmas dos pilares prontas. Esta reunião foi conduzida pelo Mestre Scrum, para reafirmar com participantes as principais tarefas para executar esse processo construtivo, auxiliando para o melhor entendimento da Equipe de Desenvolvimento sobre suas atividades e funções.

Outro evento Scrum importante são as reuniões diárias (*daily meeting*) para confirmar os passos a serem executados no dia em questão, mas que não ocorreram todos os dias devido a contratempos, como chuvas e outros compromissos que não permitiram que todos os participantes estivessem reunidos para tal conversa.

Ao final do *sprint*, realizou-se uma reunião para revisão e retrospectiva desta etapa de trabalho (*sprint review* e *sprint retrospective*). Isso deu à Equipe de Desenvolvimento um momento para refletir sobre o serviço executado, aumentando seu conhecimento na área e facilitando futuros trabalhos.

### 7.2.2.1 Relato dos participantes

Terminado o *sprint*, colheu-se o *feedback* dos participantes, com suas opiniões sobre a metodologia aplicada.

- Mestre de obras: disse que contribuiu para o serviço, tendo uma visão extra que ajudou a definir melhor os procedimentos e etapas a serem realizadas. Notou facilidade em delegar a atividade aos ajudantes, o que tornou mais rápido a preparação e alocação dos materiais para construir as fôrmas. Disse ser interessante pensar nos possíveis imprevistos de execução antes de trabalharem, para que já estejam preparados à possíveis contratempos e reduzam atrasos no serviço.

- Auxiliar de pedreiro G: disse que já conhecia todas as etapas de execução das fôrmas e já sabia o que fazer para agilizar o serviço. Relatou que não sentiu tanta diferença no tempo de execução com a metodologia, mas achou interessante as reuniões de alinhamento e a reunião final.
- Auxiliar de pedreiro A: disse que já havia trabalhado com a execução de fôrmas de pilares e sabia os principais passos do serviço. O mesmo achou útil a realização das reuniões, pois ao definir o que iriam realizar naquele dia, executaram as atividades mais rápido, visto que cada um já tinha suas atividades definidas.

### 7.2.3 Artefatos Scrum

O *Product Backlog*, definido como a lista de itens a serem executados para a entrega do produto final, é apresentado no cronograma físico-financeiro de base, na Tabela 4. Esta caracteriza-se pela lista de serviços que precisam ser executados para se terminar a obra.

O *Sprint Backlog* caracteriza-se apenas como a confecção das fôrmas para os pilares, não sendo desmembrado em atividades menores.

A etapa de conclusão das fôrmas dos pilares do pavimento inferior é considerada como um incremento, um artefato Scrum que caracteriza uma parte entregue e mensurável do *Product Backlog*.

### 7.2.4 Produtividade na aplicação do Scrum

Nesta etapa, com aplicação do Scrum, analisou-se o tempo de execução para medir a produtividade na construção das fôrmas dos pilares do pavimento inferior, mostrado na Tabela 7. A duração do serviço foi de 4 dias, tendo em vista que o período de serviço durou de segunda à sexta da segunda semana de janeiro de 2020, entretanto 2 períodos de trabalho, uma tarde e uma manhã, não foram considerados em decorrência de chuvas.

Obteve-se como resultando em um índice de 0,582 h/m<sup>2</sup>, que equivale à produtividade de 1,719 m<sup>2</sup>/h.



Tabela 7 - Produtividade na execução das fôrmas com aplicação do Scrum

CÓDIGO	ATIVIDADE	QTDE	UNID.	EQUIPE BÁSICA		DURAÇÃO ADOTADA (dias)	JORNADA DIÁRIA (h)	ÍNDICE EQUIPE (h/m <sup>2</sup> )	PRODUTIVIDADE (m <sup>2</sup> /h)
				PEDREIRO	AJUDANTE				
92431	MONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES	55	m <sup>2</sup>	1	2	4	8	0.582	1.719

Fonte: Autoria própria, 2019.

### 7.3 COMPARATIVO DE PRODUTIVIDADE

Comparando o tempo de execução do serviço executado com a aplicação do Scrum e o planejamento teórico em uma execução convencional, obteve-se os resultados mostrados na Tabela 8.

Tabela 8 - Comparativo de produtividade entre os métodos

PARÂMETRO	UNID.	MONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES	
		CONVENCIONAL	SCRUM
QTDE	m <sup>2</sup>	55	55
JORNADA DIÁRIA	h	8	8
ÍNDICE EQUIPE	h/m <sup>2</sup>	0.661	0.582
DURAÇÃO	dias	4.54	4
PRODUTIVIDADE	m <sup>2</sup> /h	1.513	1.719

Fonte: Autoria própria, 2019.

Ao utilizar a metodologia Scrum para o gerenciamento durante a execução das fôrmas dos pilares do pavimento inferior, obteve-se um aumento de 13% na produtividade da equipe de trabalho.

## 8 CONCLUSÃO

Buscou-se analisar a produtividade na execução de uma residência de médio padrão, ao utilizar a gestão ágil Scrum para o gerenciamento de um determinado serviço. Para tal, foi realizado o estudo da mão de obra na execução das fôrmas dos pilares do pavimento inferior da residência, calculando e comparando a produtividade teórica obtida com o novo modelo de gestão implementado.

Avaliando a produtividade da mão de obra na execução da residência, teoricamente, o valor da produtividade obtida, segundo a tabela do SINAPI, foi de 1,513 m<sup>2</sup>/h. Isso resulta em uma duração de 4,54 dias para a execução do serviço em questão.

Ao implantar o Scrum, obteve-se na prática uma produtividade de 1,719 m<sup>2</sup>/h, pois a equipe de mão de obra disponível realizou o mesmo serviço em 4 dias de trabalho. Nesse caso obteve-se maior entendimento e alinhamento entre a equipe de trabalho, tornando mais claro o funcionamento geral da atividade a ser desenvolvida para todos os colaboradores, ganhando agilidade em processos e períodos de trabalho.

Comparando-se os resultados entre as duas possibilidades de execução das fôrmas dos pilares do pavimento inferior, obteve-se um aumento de 13% na produtividade da equipe de trabalho. Assim, o uso da metodologia Scrum possibilitou um ganho no tempo de cronograma ao proporcionar uma execução mais rápida pela mão de obra.

### 8.1 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

De forma a trazer mais precisão ao resultado de produtividade geral, pode-se implementar o Scrum durante mais etapas de uma construção, de modo a se obter mais amostras e melhorias com a abordagem da metodologia junto à mão de obra.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, N.; MEIRA, G. **O papel do planejamento, interligado a um controle gerencial, nas pequenas empresas de construção civil.** Congresso Internacional De Engenharia Industrial, 1997.

BARCAUI, A. B. et al. **Gerenciamento do tempo em projetos.** 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2007.

BARRA, R. B. M., SEPTIMO, G. A., BASTOS, L. S. L., MARTINS, V. W. B. **Elaboração de rede PERT/CPM na indústria da construção civil através da utilização do software MS project: Um estudo de caso.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 33, 2013, Salvador. Anais... Salvador, 2013.

BOMFIN, D. F.; NUNES, P. C. A. & HASTENREITER, F. (2012) **Gerenciamento de Projetos Segundo o Guia PMBOK: Desafios para os Gestores.** Revista de Gestão e Projetos – GeP, São Paulo.

CAIXA (Caixa Econômica Econômica Federal). **SINAPI: Índices da Construção Civil.** Disponível em: <[http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria\\_655](http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_655)>. Acesso em 25 de set.2018.

CANDIDO, R. et al. **Gerenciamento de projetos.** Curitiba: Aymarará, 2012. — (Série UTFinova).

CARRARO, F. **Produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria.** São Paulo, 1998. 226p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

CBIC. **A Produtividade da Construção Civil Brasileira.** Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2016. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/media/anexos/070.pdf>>. Acesso em 12 de mai.2018.

CERVONE, H. F. **Understanding agile project management methods using Scrum.** OCLC Systems & Services: International digital library perspectives, Vol. 27. 2011. Issue: 1, pp.18-22.

COELHO, R. S. A. **Método para estudo da produtividade da mão-de-obra na execução de alvenaria e seu revestimento em ambientes sanitários.** São Luís, 2003. 178 p.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 1994.

GODOY, A. S. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. Revista de administração de empresas, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

GODOY, A. S. **Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais**. Revista de Administração de empresas, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.

HENRICH, G. & KOSKELA, L. 2005. **Production Management in Construction – Requirements and Methods**. 2nd Scottish Conference for Postgraduate Researchers of the Built & Natural Environment, Glasgow, November 2005, ss. 1–9.

KEELING, Ralph. **Gestão de Projetos: uma abordagem global**. São Paulo. Saraiva, 2012.

KERZNER, H. **Gestão de projetos: as melhores práticas**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

LIBRAIS, C. F.; SOUZA, U. E. L. **Produtividade da mão-de-obra no assentamento de revestimento cerâmico interno de parede**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2001. Boletim técnico.

LIMMER, Carl Vicente. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras**. Rio de Janeiro: LTC, 1997.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Pini, 2010.

PALIARI, J. C. **Método para prognóstico da produtividade da mão de obra e consumo unitário de materiais: sistemas prediais hidráulicos**. 2008. 661 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

PEINADO, J., GRAEML, A. R. **Administração da produção**. Operações industriais e de serviços. Unicenp, 2007.

PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Guia PMBOK®: Um Guia para o Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos**, Sexta edição, Pennsylvania: PMI, 2017.

SABBAGH, Rafael. **Scrum: Gestão ágil para projetos de sucesso**. Editora Casa do Código, 2014.

SCHWABER, Ken. **Scrum development process**. In: **Business object design and implementation**. Springer, London, 1997. p. 117-134.

SCHWABER, Ken. SUTHERLAND, Jeff. **Um guia definitivo para o Scrum: As regras do jogo**. 2016. Disponível em <<https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2016/2016-Scrum-Guide-Portuguese-European.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2018.

SILVA, E. C., & LOVATO, L. A. **Framework Scrum: eficiência em projetos de software**. 2016. Revista de Gestão de Projetos, 7(2).

SOUZA, U. E. L. **Como medir a produtividade da mão-de-obra na construção civil**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., Salvador/BA, 2000. Salvador: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Anais... 2000.

SUTHERLAND, Jeff. **Scrum: a arte de fazer o dobro do trabalho na metade do tempo**. São Paulo. LeYa, 2014.

VALLE, A. B., et al. (2007). **Fundamentos do gerenciamento de projetos**. Rio de Janeiro: FGV.

VIEIRA NETTO, A. **Como gerenciar construções**. São Paulo: PINI, 1988.

VIEIRA NETTO, A. **Construção civil & produtividade: ganhe pontos contra o desperdício**. São Paulo: Pini, 1993. 187 p.