



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**MURILO AMORIM FERREIRA**

**PLANEJAMENTO AGREGADO DA PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DO  
GRÁFICO DE *GANTT*: PROJETO DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL**

**SUMÉ - PB  
2018**

**MURILO AMORIM FERREIRA**

**PLANEJAMENTO AGREGADO DA PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DO  
GRÁFICO DE *GANTT*: PROJETO DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL**

**Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.**

**Orientador: Daniel Oliveira Farias.**

**SUMÉ - PB  
2018**

F383p Ferreira, Murilo Amorim.  
Planejamento agregado da produção e aplicação do Gráfico de GANTT. / Murilo Amorim Ferreira. - Sumé - PB: [s.n], 2018.

38 f.

Orientador: Professor Dr. Daniel Oliveira de Farias.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de Produção.

1. Construção civil. 2. Planejamento agregado na produção. 3. Gráfico de GANTT. I. Farias, Daniel Oliveira de. II. Título.

CDU: 69(043.1)

**Elaboração da Ficha Catalográfica:**


Johnny Rodrigues Barbosa  
Bibliotecário-Documentalista  
CRB-15/626

**MURILO AMORIM FERREIRA**

**PLANEJAMENTO AGREGADO DA PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DO GRÁFICO DE GANTT: PROJETO DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

**BANCA EXAMINADORA:**

  
Professor MSc. Daniel Oliveira Farias

UFCG/CDSA/UAEP

Orientador

  
Professor MSc. Wladimir Tadeu Viesi

UFCG/CDSA/UAEP

Examinador I

  
Professora MSc. Fernanda Raquel Roberto Pereira

ETE

Examinador 2

Trabalho a provado em: 20 de dezembro de 2018.

**SUMÉ - PB**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus por tudo.

Aos meu pais Evilson e Valdenide.

A meu irmão, meu avô, tios, primos e toda minha família.

Aos meus amigos de infância e todos aqueles que conquistei durante a vida.

A todos meus professores desde à base até a graduação.

Agradecimentos especiais a todos aqueles que me incentivaram e sempre torceram por mim nos melhores e piores momentos de minha vida.

## RESUMO

Para a diminuição de tempo e custos em uma obra de construção de um edifício residencial foi aplicado o Gráfico de *Gantt* junto com o Planejamento Agregado da Produção, onde constam tomadas de decisão e alocação de funcionários em relação às etapas da obra. Como essas ferramentas estão diretamente ligadas ao PCP, trabalhou-se primeiramente com o planejamento da duração da obra e a sua viabilidade buscando eliminar custos desnecessários e mão de obra ociosa. Foi elaborado um Gráfico de *Gantt* excepcionalmente destinado à construção civil, com flexibilidade de se adaptar em qualquer tipo de obra de pequeno porte. O uso dessa ferramenta foi acoplado a alocação de funcionários visando a melhor forma de trabalho para maior produtividade e eficácia da obra. Após todas adaptações foi realizado os custos totais da construção residencial, tanto gasto com mão de obra como de materiais utilizados para sua finalização. Com esse trabalho, obteve-se uma redução de custos e tempo na obra aplicada gerando confiabilidade e permitindo a expansão do pensamento para obras futuras de pequeno e grande porte.

**Palavras-chave:** Gráfico de *Gantt*. Planejamento Agregado. Construção Civil.

## ABSTRACT

For the reduction of time and costs in a construction work of a residential building, the *Gantt* Chart was applied along with the Aggregate Production Planning, which includes decision making and allocation of employees in relation to the construction stages. Once these tools are directly linked to PPC, it was firstly worked on the duration planning of the work and its feasibility in order to eliminate unnecessary costs and idle labor. A *Gantt* Chart was developed exceptionally aimed to the civil construction, with flexibility to adapt in any type of small construction work. The use of this tool was coupled with the allocation of employees aiming at the best way of working for greater productivity and effectiveness of the work. After all the adaptations, the total costs of residential construction were developed, for both labor and material costs used for its completion. With this work, a reduction of costs and time in the applied site was obtained generating reliability and allowing the expansion of the thought for future construction works of small and large sizes.

**Keywords:** *Gantt* chart. Aggregate Planning. Construction.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Sistema misto de abastecimento de água residencial.....	<b>17</b>
<b>Figura 2</b>	<i>Solo argiloso</i> .....	<b>19</b>
<b>Figura 3</b>	<i>Fluxograma do projeto</i> .....	<b>23</b>
<b>Figura 4</b>	<i>Planta layout térreo</i> .....	<b>26</b>
<b>Figura 5</b>	<i>Planta layout 1º andar</i> .....	<b>27</b>



## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b>	Características das atividades exercidas.....	<b>30</b>
<b>Quadro 2</b>	Planejamento Agregado da obra.....	<b>32</b>
<b>Quadro 3</b>	Alocação dos funcionários.....	<b>33</b>
<b>Quadro 4</b>	Custos totais da obra.....	<b>35</b>
<b>Quadro 5</b>	Custos com material e máquina.....	<b>36</b>
<b>Quadro 6</b>	Comparação de orçamentos de obra.....	<b>37</b>

## **LISTA DE SIGLAS**

**ABNT** - Associação Brasileira de Normas Técnicas

**CB** - Comitê Brasileiro

**EOS** - Empresa da Organização e Sistema

**OMS** - Organização Mundial de Saúde

**CEE** - Comissão de Estudos Especiais

**PVC** - Policloreto de Vinília

**NBR** - Norma Brasileira

**PCP** - Planejamento e Controle da Produção

**TV** - Televisão

**SPA** - Estância Hidromineral

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1	OBJETIVOS.....	12
1.1.1	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>13</b>
2.1	CONCEITOS BÁSICOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	13
2.1.1	<b>Cimento, concreto e agregados.....</b>	<b>13</b>
2.1.2	<b>Impermeabilização.....</b>	<b>13</b>
2.1.3	<b>Saneamento básico.....</b>	<b>13</b>
2.1.4	<b>Componentes de sistemas hidráulicos.....</b>	<b>14</b>
2.1.5	<b>Componentes de sistemas elétricos.....</b>	<b>14</b>
2.1.6	<b>Cerâmica vermelha.....</b>	<b>15</b>
2.1.7	<b>Placas cerâmicas para revestimento.....</b>	<b>15</b>
2.1.8	<b>Laje pré-moldada, pré-laje e armaduras treliçadas.....</b>	<b>15</b>
2.1.9	<b>Serviços de abastecimento de água e de esgoto.....</b>	<b>16</b>
2.1.10	<b>Ferragens.....</b>	<b>17</b>
2.1.11	<b>Esquadrias.....</b>	<b>18</b>
2.1.12	<b>Piscinas.....</b>	<b>18</b>
2.1.13	<b>Solos.....</b>	<b>19</b>
2.1.14	<b>Composto polimérico para assentamento.....</b>	<b>20</b>
2.1.15	<b>Planejamento e controle da produção.....</b>	<b>20</b>
2.1.16	<b>Planejamento agregado.....</b>	<b>21</b>
2.1.17	<b>Gráfico de <i>Gantt</i>.....</b>	<b>21</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>23</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>25</b>
4.1	ANÁLISE DO GRÁFICO DE <i>GANTT</i> .....	28
4.2	APLICAÇÃO DO PLANEJAMENTO AGREGADO NA PRODUÇÃO.....	31
4.3	CUSTOS DA OBRA.....	34
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>38</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>39</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde o início da humanidade existem formas de abrigos e locais para moradias que ao longo do tempo foram se desenvolvendo. Os tipos de construções da antiguidade até os dias atuais foram se adaptando às necessidades dos seres humanos e evoluindo juntamente com as inovações tecnológicas. Para Marchesan (2001), o processo produtivo na construção civil acaba sendo conduzido por planos informais, elaborados pelos executores da obra que, muitas vezes, são diferentes dos planos formais. Este autor mostra uma inquietação quanto às situações que favorecem a irregularidade na execução de obras civis.

Existem construções civis de grande proporção no Brasil que têm uma representação significativa no país em termos de planejamento, viabilidade e utilização. Dentre essas construções estão o Edifício *Millennium Pallace* (Balneário Camboriú – SC) e a Cidade Administrativa de Minas Gerais (Belo Horizonte – MG).

As formas e planejamentos de construção civil progrediram ao longo do tempo, evoluindo práticas, ferramentas e materiais de utilização direta para melhor eficácia da obra. As atuais maneiras de planejamento e controle de obras visam qualidade, menores custos, flexibilidade de possíveis mudanças e rapidez na entrega da obra para gerar confiabilidade. Essas características citadas são pilares da Engenharia de Produção que estão diretamente ligados à viabilidade da obra já no seu projeto inicial.

Na visão de Shank & Golvindarajam (1997, p. 21) “no gerenciamento estratégico de custos sabe-se que o custo é causado, ou direcionado por muitos fatores que se inter-relacionam de formas complexas”. Compreender o comportamento dos custos significa complexa interação do conjunto de direcionadores de custo em ação em uma determinada situação.

No Brasil hoje existem diversas leis e normas que ajudam a planejar uma obra de um edifício, atendendo as necessidades e segurança do consumidor e dos colaboradores na execução da atividade. Essas normas estão apresentadas na Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, onde grupos e profissionais experientes colocaram suas vivências como uma forma de aprimorar as obras e evitar problemas futuros na construção. Essas normas são divididas em 36 (trinta e seis) subcategorias divididas entre o Comitê Brasileiro e Comissão de Estudos Especiais.

O estudo apresentado tem como tema o planejamento agregado e a aplicação da ferramenta do Gráfico de *Gantt* em uma edificação com dois pavimentos. O projeto

contextualiza uma análise geral de específicas das atividades executadas para a construção de uma residência em um condomínio fechado.

Para viabilizar o projeto, procurou-se analisar a necessidade do consumidor específico, os pontos principais para a execução da obra no local destinado e as diretrizes indiretas que afetariam a construção. Foi necessário integrar ferramentas para o planejamento onde possibilita a rápida identificação do usuário e a futura aplicação na obra.

O grande desafio desse projeto é buscar fornecedores acessíveis e equipes preparadas para a execução de cada atividade a ser exercida no tempo predestinado. Diante disso, é válido também pensar em pequenas alterações ao decorrer da obra, onde já será previsto e destacado um tempo de folga para a entrega final dentro do prazo, assim atendendo todas os pilares da Engenharia de Produção e viabilizando a construção civil.

## 1.1 OBJETIVOS

Tornar viável a construção de um edifício residencial de dois pavimentos utilizando o mínimo de recursos possíveis. Essa viabilidade está diretamente ligada ao Planejamento Agregado e aplicação do Gráfico de *Gantt* no processamento e execução do projeto.

### 1.1.1 Objetivos específicos

- Identificar as características gerais e específicas do local de estudo
- Analisar os processos e etapas em ordem prioritária da construção
- Especificar as etapas que serão executadas em paralelo
- Especificar as etapas que dependem de etapas anteriores ou têm pré-requisitos necessários para a execução
- Desenvolver uma ferramenta de fácil entendimento do usuário para a aplicação e execução da obra
- Viabilizar a obra em termos de tempo, qualidade e custos predestinados

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 CONCEITOS BÁSICOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

#### **2.1.1 Cimento, concreto e agregados**

O cimento, juntamente com os materiais agregados são utilizados para a formação do concreto, dando resistência e fortificação à construção. A resistência do concreto está diretamente ligada ao tipo de material utilizado na sua composição, variando de acordo com a necessidade da obra.

Segundo a ABNT/CB – 018, a normalização no campo de cimento, concreto e agregados compreende dosagem de concreto, pastas e argamassas; aditivos, adesivos, águas e elastômeros, no que concerne à terminologia, requisitos, métodos de ensaio e generalidades.

#### **2.1.2 Impermeabilização**

Água e outros fluidos são compostos responsáveis pelo estrago de muitas obras por falta de eficácia na impermeabilização na construção civil. Tornar algo impermeável significa dizer que não deixará esses fluidos comprometerem a obra, assim não os deixando atravessarem o material impermeabilizado.

Segundo a ABNT/CB – 022, a normalização no campo da impermeabilização compreende matérias-primas, materiais, componentes, produtos e construção de sistemas e efeitos de umidade, no que concerne à terminologia, requisitos, métodos de ensaio e generalidades.

#### **2.1.3 Saneamento básico**

Saneamento é a atividade praticada para o abastecimento de água, o tratamento e a coleta do esgoto e o manejo dos resíduos. Todos esses quesitos citados são operados para evitar doenças visando melhor saúde dos moradores e facilitando a instalação hidráulica da construção.

Segundo a ABNT/CB – 177, a Normalização no campo do saneamento básico, compreende tratamento e abastecimento de água; coleta, tratamento e disposição de esgoto doméstico e de efluentes industriais; aterros para resíduos industriais e sólidos; tubos e

conexões; fossas sépticas, tubulações e conexões no que concerne aos requisitos, métodos de ensaio, projetos e procedimentos para execução, instalação e manutenção dos serviços.

#### **2.1.4 Componentes de sistemas hidráulicos**

O sistema hidráulico de uma construção civil está diretamente ligado à impermeabilização. Esses dois componentes precisam funcionar juntos para que toda estrutura seja compactada e funcione perfeitamente.

A instalação de canos para banheiros e todas as partes da casa que utilize água depende diretamente do sistema hidráulico. A utilização de registros e hidrômetros nessas áreas são de extrema importância, facilitando assim o trabalho de execução e manutenção de todo sistema.

Segundo a ABNT/CB – 178, a Normalização no campo de componentes de sistemas hidráulicos prediais compreende tubos e conexões plásticos; comandos hidráulicos, incluindo registros, torneiras, chuveiros e aparelhos economizadores; louças sanitárias e sistemas de descarga, incluindo bacias, válvulas, caixa de descarga; e reservatórios plásticos para água, no que concerne à terminologia, requisitos, métodos de ensaios, instalação e manutenção.

#### **2.1.5 Componentes de sistemas elétricos**

Sistemas elétricos é o conjunto englobado por centrais elétricas, subestações de transformação e de interligação, linhas e receptores, ligados eletricamente entre si. São sistemas de energia que compõem geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Os componentes responsáveis por esse sistema vão desde a iluminação pública, com geradores e transformadores até a residencial.

O sistema elétrico de uma residência está diretamente ligado a disjuntores que distribuem energia elétrica por meio de fiações e redes. Os disjuntores além de distribuir a energia para todas as partes da casa, também controlam as oscilações da emissão de energia, evitando riscos de curto circuito e um possível incêndio.

A distribuição de energia é destinada para interruptores que levam à ligação de lâmpadas e ligações diretas para maiores fontes. Para essa conexão entre distribuidor e destino, é necessária uma fiação competente aos tipos de produtos utilizados. Geralmente a fiação utilizada é a trifásica que garante uma melhor eficácia na distribuição de energia e menor riscos de falhas.

### **2.1.6 Cerâmica vermelha**

A cerâmica vermelha é um tipo de material utilizado tanto para a cobertura de construções como para a formação das paredes e pilares. A cobertura é feita com a telha de cerâmica e as paredes e pilares com o bloco de cerâmica. Esses tipos de matérias são muito utilizados nas construções civis pelo seu alto custo benefício e grande resistência e durabilidade.

Segundo a ABNT/CB – 179, a normalização no campo de cerâmica vermelha industrializada compreende tijolos, blocos, telhas, componentes para lajes, componentes vazados de alvenaria, tubos e conexões cerâmicos, no que concerne à terminologia, requisitos, métodos de ensaio e procedimentos.

### **2.1.7 Placas cerâmicas para revestimento**

As placas de cerâmicas são utilizadas para o revestimento de banheiros, cozinha, piscina, área de lazer e parte do piso da construção civil. Justamente com agregados é um tipo de isolante térmico e impermeável, além de contar com a estética que se destaca onde for aplicada.

Desde a antiguidade placas de cerâmicas são utilizadas na arquitetura, sendo utilizadas em altas escalas. Até hoje estão presentes na grande maioria das construções civis, tornando-se um dos principais materiais utilizados.

### **2.1.8 Laje pré-moldada, pré-laje e armaduras treliçadas**

A laje é uma estrutura de muita importância para a construção civil. Essa é responsável por transmitir ações que são aplicadas sobre ela para as vigas que a sustentam e dessas para os pilares. As lajes pré-moldadas são compostas por vigotas e lajotas de concreto ou cerâmica.

Esses tipos de lajes, também chamadas de pré-fabricadas, são geralmente produzidas *in loco*, ou seja, no local onde está sendo feita a construção civil, necessitando de uma mão de obra específica.

As lajes treliçadas com lajotas são constituídas por uma base de concreto que serve de apoio para uma treliça metálica, revestidas por tabelas de concreto ou cerâmica.

Após a montagem do sistema, é lançado uma capa de concreto para unir as peças, deixando a estrutura mais compacta e com maior durabilidade. Este tipo de laje pode ser utilizado tanto em obras de grande quanto de pequeno porte.



### 2.1.9 Serviços de abastecimento de água e de esgoto

O serviço de abastecimento de água é um sistema integrado onde tem como função levar água potável para o consumo doméstico. Segundo a EOS, esse sistema tem alguns objetivos específicos divididos em dois aspectos:

Aspectos sanitário e social:

- Controlar e prevenir doenças
- Implantar hábitos higiênicos na população
- Facilitar a limpeza pública
- Facilitar as práticas desportivas
- Propiciar conforto, bem-estar e segurança
- Aumentar a esperança de vida da população

Aspectos econômicos:

- Aumentar a vida média pela redução da mortalidade
- Aumentar a vida produtiva do indivíduo, por meio do aumento da vida média ou pela redução do tempo perdido com doença
- Facilitar a supervisão do sistema
- Facilitar o controle da qualidade da água

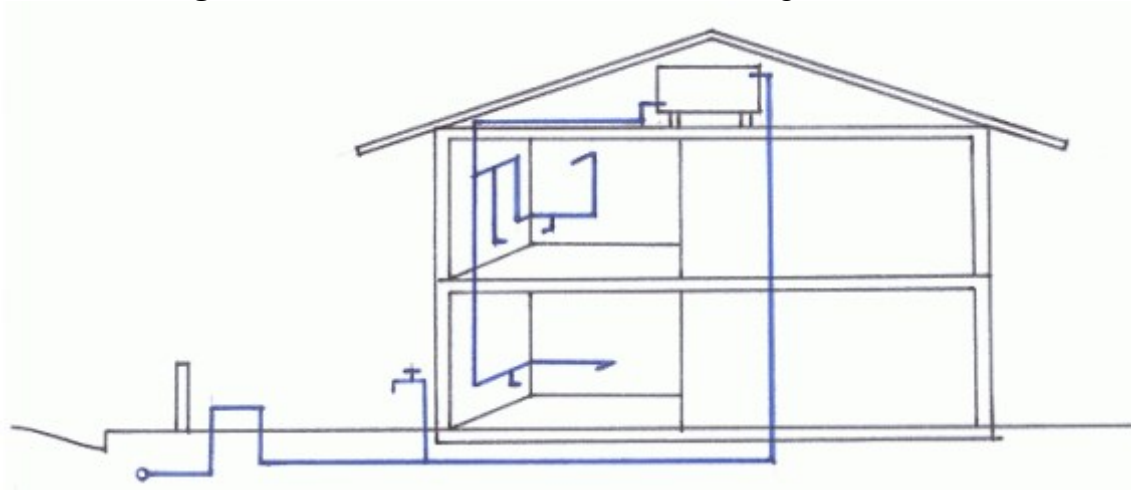
O saneamento, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), é o gerenciamento ou controle dos fatores físicos que podem exercer efeitos nocivos ao homem, prejudicando seu bem-estar físico, mental e social.

Outra definição é a trazida pela Lei do Saneamento Básico (apelido dado para a Lei Ordinária N.º 11.445 de 05 de janeiro de 2007 que estabelece as diretrizes básicas nacionais para o saneamento), que o define como o “conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:” abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais.

Segundo a ABNT/CEE – 166, a normalização no que concerne às atividades relacionadas aos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, compreendendo terminologia, características dos elementos do serviço de acordo com as expectativas dos consumidores, requisitos para gestão dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, requisitos de qualidade desses serviços, sistema de indicadores de desempenho relacionados, sem qualquer fixação de valores-alvo ou limiares.

O sistema mais utilizado em residências hoje é o sistema misto de abastecimento de água. Esse sistema é composto por abastecimento direto da rede pública e indireto, onde passa por um reservatório e depois é distribuído de forma adequada para toda construção como mostra na Figura 1.

**Figura 1** - Sistema misto de abastecimento de água residencial.



**Fonte:** Faz fácil – Reforma e Construção (2017)

O sistema hidráulico, saneamento básico e as formas de impermeabilização estão diretamente ligados com o abastecimento de água. Todos esses pilares devem estar interligados para a eficácia da obra, não deixando vazamentos, entupimentos e/ou infiltrações que venham comprometer o ambiente onde será utilizado água.

### 2.1.10 Ferragens

As ferragens são uma das peças fundamentais para a construção civil. A utilização de um material de qualidade e de forma adequada é essencial para o sucesso da obra. O aço é um dos materiais mais utilizados desde os vergalhões convencionais até as treliças bem elaboradas.

O concreto armado utilizado nas obras é diretamente dependente das ferragens utilizadas em sua composição. As ferragens são a resistência do concreto armado quando exposto à esforços de tração que acontecem nas estruturas.

As ferragens utilizadas na construção civil não se limitam apenas em um dos compostos do concreto armado. Elas podem também serem utilizadas em serviços mais específicos como: ferragens compreendendo fechaduras de embutir e de sobrepor, fechaduras auxiliares, travas, puxadores, dobradiças, cadeados, componentes para esquadrias e ferragens para vidros.

### **2.1.11 Esquadrias**

As esquadrias são utilizadas na construção civil como fechamento de vãos que aparecem de um pavimento para outro. Esses vãos podem ser preenchidos com janelas, portas e persianas, dependendo da necessidade e do tipo de arquitetura está aplicada entre os pavimentos.

As esquadrias devem atender a normas e especificações estabelecidas pela ABNT/CEE – 191.

Cada construção detêm uma especificação própria para a utilização de portas e janelas. Algumas arquiteturas necessitam de um material específico de acordo com o ambiente e a localização da construção.

Os materiais utilizados para a produção das esquadrias são de diversos tipos. Elas podem ser produzidas de madeira, PVC, ferro, alumínio ou vidro. São escolhido os materiais levando em consideração, além do ambiente e localização como já citado, a estética relacionada à toda obra.

### **2.1.12 Piscinas**

Segundo a ABNT/CEE – 215, a Normalização no campo de piscinas compreende projeto, execução, segurança, higiene, qualidade de água, no que concerne à terminologia, requisitos, métodos de ensaios e generalidades.

A piscina de uma residência geralmente se localiza na parte externa da casa onde se encontra a área de lazer. Ela é construída de forma independente do resto da construção, pois necessita de tratamento e materiais específicos.

Para a construção dessa área é necessário analisar se no solo existem tubulações ou outros aspectos que comprometam a estrutura e se está localizada perto de telhados e árvores. Sua estrutura depende diretamente da impermeabilização da obra e do abastecimento de água que foi citado anteriormente.

O sistema de abastecimento de água para piscina deve ser específico assim como a sua manutenção e tratamento. Dispositivos devem ser instalados em um local de fácil acesso, assim minimizando problemas futuros.

### 2.1.13 Solos

O tipo de solo que será construído uma obra é de determinante importância. Cada tipo de construção, estrutura e fundações existem tipos de solos que são adequados para eficácia da obra. De acordo com o solo, a obra poderá ser facilitada ou limitada, podendo atrapalhar o andamento e até mesmo embargar a mesma.

Cada tipo de solo suporta uma elevação e têm um sistema diferente de drenagem. A análise do solo para uma construção residencial não é necessária, porém é uma vantagem, podendo evitar até acidentes na execução da obra. Alguns não oferecem rigidez e resistência, comprometendo a segurança do trabalho e a obra em geral.

São três os tipos básicos de solo: siltoso, argiloso e arenoso:

- Siltoso: Os piores tipos de estradas são as que estão em solo siltoso. Formam grandes atoleiros em épocas de chuva e muito pó no período seco. Outra característica do solo siltoso é a grande possibilidade de erosão e desagregação natural. Não é um solo recomendado para a construção civil, pois além dos problemas citados, requer muitos cuidados e manutenção contínua.
- Argiloso: É o tipo de solo mais comum em todo o Brasil. Há muitos anos atrás já era utilizado na produção de argamassa. Além disso, sua importância econômica na construção civil se dá pela fabricação de tijolos, telhas, azulejos e pisos cerâmicos. O solo argiloso é o propício para a construção civil, seja ela de pequena ou grande porte como mostra na Figura 2.

**Figura 2 - Solo argiloso.**



**Fonte:** Entendantes (2018).

- Arenoso: O solo arenoso não possui grande índice de coesão, isto é, se movimenta facilmente e é altamente permeável. Para a construção civil, isso representa um problema e por isso não é recomendado construir sobre um solo arenoso.

#### **2.1.14 Composto polimérico para assentamento**

O composto polimérico também chamado de argamassa é utilizado para a junção das alvenarias e/ou tijolos provocando a vedação da parede construída. É utilizado juntamente com o impermeabilizante para evitar passar algo externo para dentro da residência.

De acordo com a ABNT NBR 15575-4, são estes os requisitos estabelecidos para o composto polimérico: resistência mecânica, estanqueidade à passagem de água e pressão de vento, desempenho acústico, desempenho térmico e resistência ao fogo, observando as condições de análise referentes à caracterização de bloco, espessura de revestimento, argamassa de revestimento e composto polimérico para assentamento. Isto garante segurança mecânica, acústica e ao fogo da parede construída.

#### **2.1.15 Planejamento e controle da produção**

A maioria das áreas da Engenharia de Produção estão diretamente ligadas ao PCP. Logística, qualidade, manutenção e custos são as principais, pois são as que mais afetam no desempenho de um projeto. Para que todas essas variáveis andem juntas é necessário um planejamento e um controle eficaz da produção gerando resultados esperados e cumprindo com os padrões estabelecidos.

O planejamento e as tomadas de decisões adequadas estão diretamente ligados ao PCP. Na construção civil não é diferente. É necessário que as variáveis citadas acima estejam devidamente sincronizadas para a agilidade da obra.

Sabe-se que o planejamento e controle da produção (PCP) é um fator essencial para o sucesso das atividades de qualquer seguimento. Seja uma empresa ou um projeto particular, ambos têm uma visão específica com o PCP se preocupando e muitas vezes dando prioridade. De acordo com Bernardes (2001), o planejamento consiste em um processo de tomada de decisão e estabelecimento de metas que só é eficaz se seguido de controle.

O PCP tem como um pilar importante a programação, onde diz o início da obra, a divisão de todas as etapas, que está diretamente ligado ao Gráfico de *Gantt* que será abordado adiante e, por fim, quando a obra será finalizada. A programação é essencial pelo fato de refletir na variável principal para a maioria das empresas e construtoras, os custos.

Os custos operacionais são absurdamente diminuídos quando há programação no processo de produção e divisão correta de etapas paralelas e etapas dependentes.

Dentro dessas etapas, há variáveis como mão-de-obra, material, tempo e custos que é representado por uma as áreas do PCP, o planejamento agregado que será abordado a seguir.

#### **2.1.16 Planejamento agregado**

O planejamento agregado da produção vai fazer a ligação entre a produção, e as decisões estratégicas da empresa (TUBINO, 2000). Sua principal função é conciliar a capacidade da produção com a os restrições e necessidades apresentadas na obra, obtendo o menor custo possível e atendendo os objetivos e as estratégias gerais de onde está sendo operado. Para isso, o planejamento agregado combina alternativas de custos, matéria prima, mão de obra e estocagem, da melhor maneira possível.

No planejamento agregado os produtos são agrupados em classes, isto permite uma maior qualidade na previsão da demanda em relação à previsão feita sobre itens específicos. Na construção civil isso acontece de forma que a produção, mão de obra e principalmente o estoque estejam devidamente sincronizados.

Segundo Daniel Moreira um dos modelos do planejamento Agregado é o de Tentativa e Erro que consiste simplesmente em procurar uma composição das alternativas de produção baseando-se no bom senso. Não existe utilização de ferramentas matemáticas, exceto a aritmética elementar para o cálculo e comparação de custos.

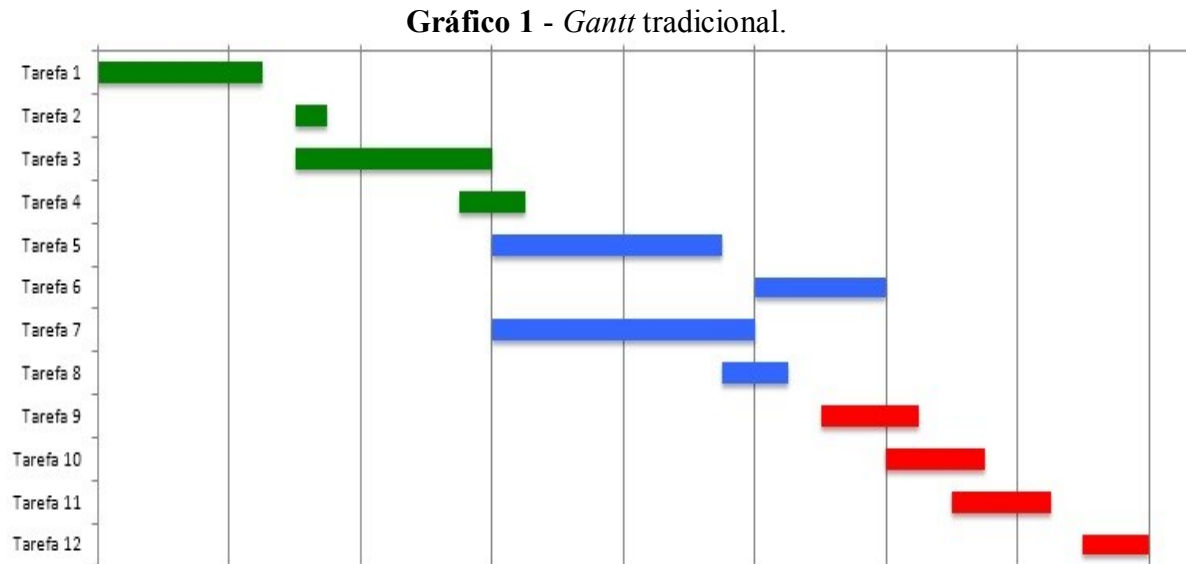
As atividades podem ser feitas com o auxílio de quadros e/ou tabelas juntamente com gráficos. Os exemplos que serão apresentados nesse trabalho destacam-se por apresentação de gráfico e quadros.

#### **2.1.17 Gráfico de *Gantt***

Esse gráfico é utilizado como uma ferramenta de controle de produção. O Diagrama de *Gantt* utiliza barras horizontais colocadas dentro de uma escala de tempo. O comprimento relativo das barras determina a duração das atividades. As linhas que conectam as barras (flechas) representam os inter-relacionamentos das atividades.

É uma ferramenta gráfica utilizada para projetos de planejamentos, monitoramento e coordenação. Um diagrama de *Gantt* é essencialmente uma grade que lista atividades e data limite. Cada vez que uma tarefa é completada, uma linha escurecida é colocada na célula apropriada do diagrama para indicar o fato.

No eixo horizontal localizado no lado esquerdo do Gráfico de *Gantt* fica identificadas as tarefas que deverão ser realizadas. Essas tarefas são alocadas por ordem de necessidade e pré-requisitos para outras tarefas, como mostra na Gráfico 1.



**Fonte:** Adaptado de Smartsheet (2018)

Além das tarefas alocadas no Gráfico de *Gantt*, existem o tempo que cada uma leva e quais são dependentes das outras, assim não podendo ser realizada paralelamente. Juntamente com a planilha tradicional, pode ser acrescentado o planejamento agregado da produção como citado anteriormente.

O planejamento agregado junto com o Gráfico de *Gantt* permite programar o tempo, a mão-de-obra, o material e os custos que cada tarefa necessita.

### 3 METODOLOGIA

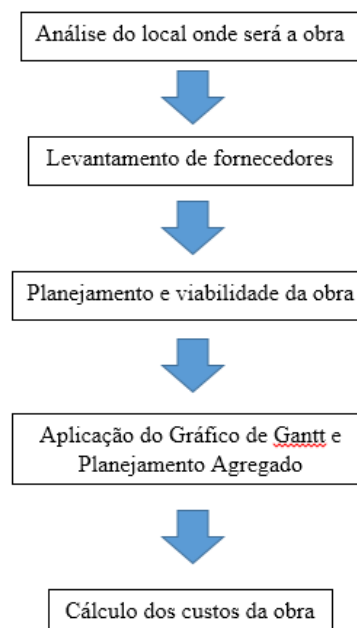
De acordo com Gil (2007), é preciso, em primeiro lugar, esclarecer qual o tipo de pesquisa que se vai realizar. Deve-se esclarecer se a pesquisa quanto a sua natureza é do tipo exploratória, descritiva ou explicativa. Assim, o estudo em questão, é classificado como de natureza exploratória, uma vez que foram procuradas maiores informações sobre o tema abordado, visto que:

Pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar familiaridade com o problema, com vista a torná-lo mais explícito, seu objetivo principal é o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Sendo de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado, (GIL, 2007, p. 41).

O trabalho realizado refere-se à implementação do Planejamento Agregado da Produção e a aplicação do Gráfico de *Gantt* na construção de um edifício de dois pavimentos localizado em um condomínio fechado na cidade de Campina Grande - PB. Foram feitas algumas visitas *in loco* para estudar a viabilidade, custos e aplicação de ferramentas no projeto realizado.

As visitas foram realizadas para a coleta de dados, estudo do terreno a ser construído e medições necessárias para a produção do projeto arquitetônico. Fotos e dados absorvidos estão diretamente ligados à construção do Gráfico de *Gantt* e todas as planilhas utilizadas para a finalização do projeto. O delineamento do projeto segue de acordo com a Figura 3.

**Figura 3** - Fluxograma do projeto.



Fonte: Autor (2018)



Então, o projeto será composto das fases a seguir:

- Análise do local onde será a obra: Levantamento das características do solo e ambientais e realizando medidas no terreno
- Levantamento de fornecedores: Pesquisa de mercado para saber os fornecedores mais adequados de material visando a melhor logística e o melhor custo-benefício.
- Planejamento e viabilidade da obra: Elaboração de relatórios baseados nos dados coletados e nas visitas *in loco*.
- Projeção do Gráfico de *Gantt* junto com o planejamento agregado: Elaboração de uma planilha onde estão contidos dados de outras planilhas produzidas de acordo com cada departamento da obra.
- Cálculo dos custos departamentais e geral: Foi calculado os custos por mão-de-obra, material e avulsos para gerar uma planilha final com o custo geral da obra.

A coleta de dados foi realizada no período de setembro de 2018 a novembro de 2018. Após a coleta e registro desses dados começou o projeto com base nas normas da ABNT. Visando os benefícios da obra e sempre respeitando as especificações dos órgãos responsáveis pela fiscalização da construção civil, foi desenvolvido o Gráfico de *Gantt* junto com Planejamento Agregado viabilizando a obra.

## 4 RESULTADOS

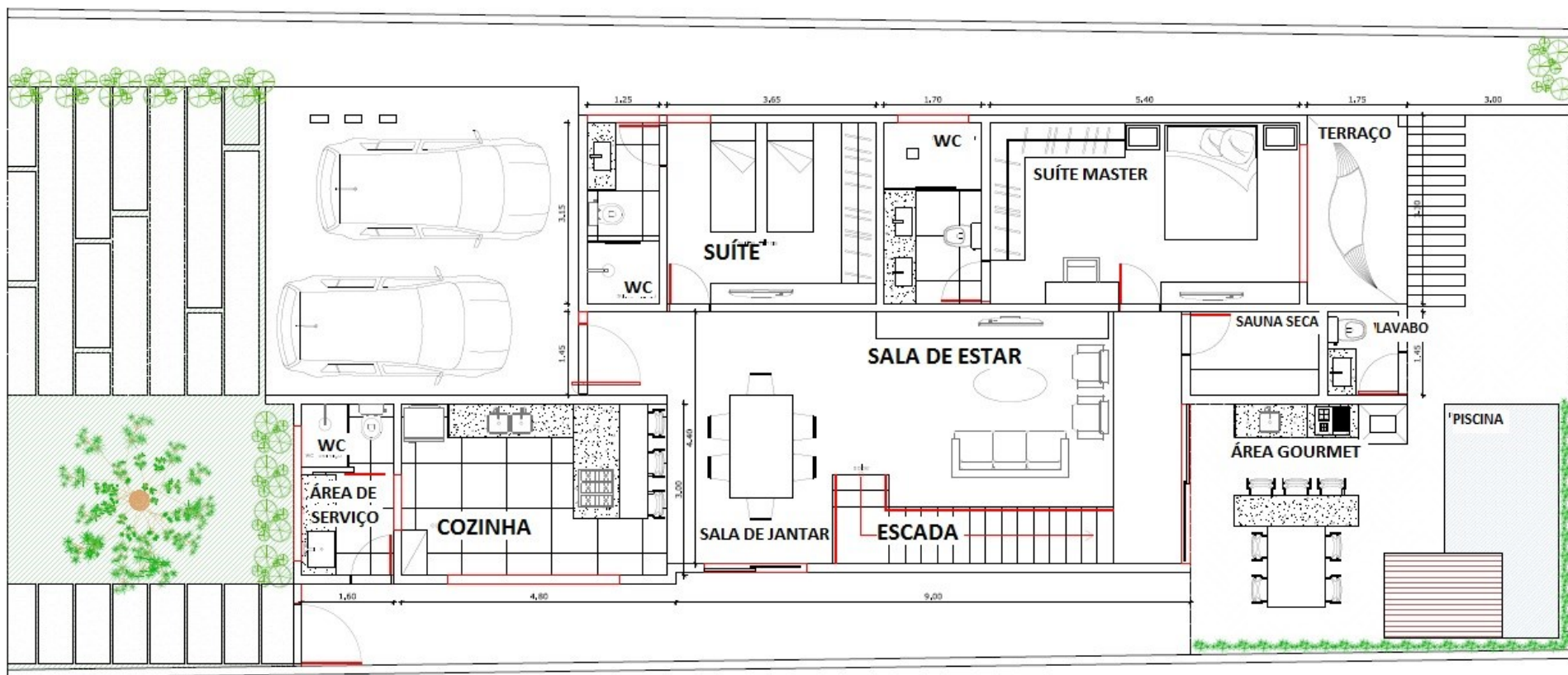
O terreno onde será realizado a construção de uma residência, como mostra nesse projeto, está localizado na Rua Fernandes Vieira, s/n, bairro Mirante, na cidade de Campina Grande no estado da Paraíba. Esse espaço destinado para essa construção está dentro do condomínio AlphaVille, região onde se dispões de um complexo de condomínios.

A disponibilização do espaço para à construção é de 250m<sup>2</sup> (duzentos e cinquenta metros quadrados), sendo 10m (dez metros) de frente e 25m (vinte cinco metros) de frente a fundo. A construção se divide em dois pavimentos: o térreo com 142,75m<sup>2</sup> (cento e quarenta e dois metros e setenta e cinco centímetros quadrados) e o primeiro andar com 39,71m<sup>2</sup> (trinta e nove metros e setenta e um centímetros quadrados) construídos.

Ainda no térreo existem uma aérea aberta na frente da residência onde está destinada para alocar dois automóveis e um espaço para o jardim. Essa área é de responsabilidade do condomínio tanto em relação à plantação e cuidados como de segurança, já incluso em despesas mensais que não se leva em consideração na produção da obra.

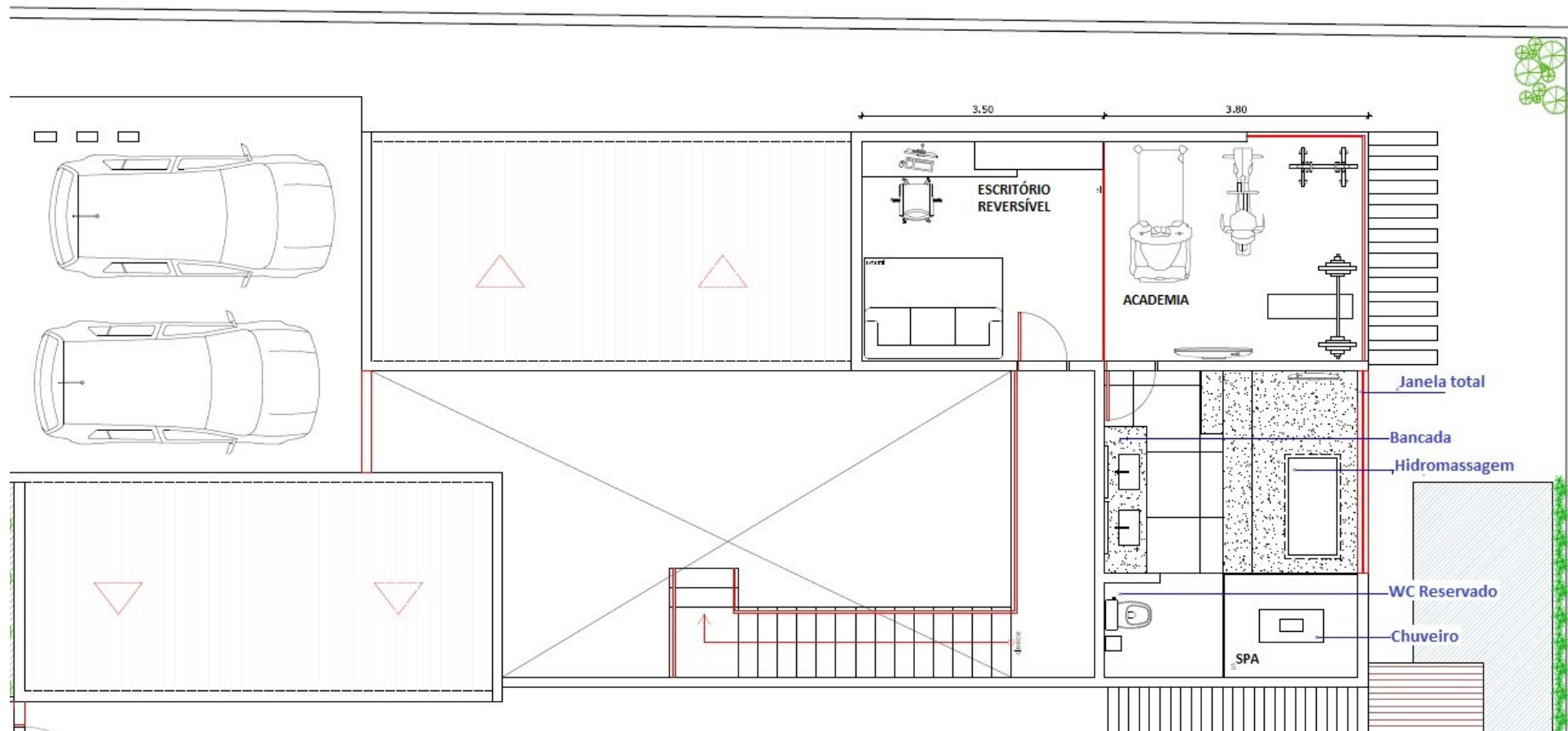
Na área construída do térreo, como se pode ver na Figura 5, tem-se uma suíte, a cozinha, uma área de serviço com um banheiro social, a suíte máster, sala de jantar e de estar, terraço, sauna seca, lavabo, área gourmet e a área externa da piscina. O primeiro andar, como pode ser observado na Figura 4, contém o escritório reversível, academia e o SPA.

Figura 4 - Planta layout térreo.



Fonte: Autor (2018)

Figura 5 - Planta layout 1º andar.



Fonte: Autor (2018)

#### 4.1 ANÁLISE DO GRÁFICO DE *GANTT*

A planilha construída com tarefas, tempo de cada uma em dias e qual dia essa atividade pode começar levando em consideração se existe ou não uma anterior como pré-requisito. Entre o início da obra e o término estão dispostas 17 (dezessete) atividades principais a serem executadas em uma duração de 30 (trinta) dias. Cada atividade disposta existem subatividades que serão explicadas a seguir.

As atividades citadas serão executadas ao longo da construção, sendo desenvolvidas de acordo com a necessidade. O tempo de cada uma está disposto no Gráfico de *Gantt* sendo diferenciadas por cores, facilitando a identificação de cada tarefa, como mostra a Gráfico 2.

Gráfico 2 - Gráfico de *Gantt* da obra.

Fonte: Autor (2018)

As atividades exercidas nessa obra têm duração de um turno diário, ou seja, 8 (oito) horas de trabalho. Os colaboradores iniciam suas atividades às 7 (sete) horas da manhã com intervalo para almoço de 11 (onze) horas da manhã até 1 (uma) hora da tarde. O término das atividades são as 5 (cinco) horas da tarde, se repetindo em todos os dias durante os 30 (trinta) dias de atividades.

As 17 (dezesete) atividades principais citadas anteriormente serão relacionadas de acordo com suas características e subcategorias, como pode-se observar no Quadro 1:

**Quadro 1 - Características das atividades exercidas.**

<b>Atividades exercidas</b>	<b>Características</b>
Início da obra	Limpeza e fechamento do terreno, montagem do canteiro e barracão de obras.
Terraplenagem	Movimentação de terra com corte e/ou aterro.
Fundações	Fazer a base de sustentação da construção, nesse caso o alicerce, sapata e radier.
Estrutura	Construção de pilares e vigas com estrutura de concreto armado, alvenaria e estruturas metálicas.
Paredes e Vedações (térreo)	Execução de alvenarias e reboco, sendo vedadas e impermeabilizadas desde o muro que cerca todo terreno até a parte construída da residência.
Laje	Estrutura feita para sustentar o 1º andar e toda sua estrutura.
Paredes e Vedações (1º andar)	Execução de alvenarias e reboco, sendo vedadas e impermeabilizadas.
Telhados e Forros	A parte de forro que será utilizado no 1º andar e o telhado que irá cobrir toda a residência e alguns locais da parte externa.
Instalações Hidrossanitárias	Engloba a instalação de água e esgoto, que são absolutamente vedados e impermeabilizados.
Instalações Elétricas	É a passagem de eletrodutos, fios e cabos, seguida da instalação de tomadas e interruptores. Toda a instalação é dividida em circuitos protegidos por disjuntor.
Instalações Complementares	São instalações de TV a cabo, internet, gás, ar condicionado e algumas necessidades da sauna, piscina e SPA.
Acabamento e Revestimento	Assentamento de piso cerâmico, azulejos e todos os retoques.
Esquadrias	Inserir de portas e janelas.
Pintura e Textura	Preparar piso, teto e paredes internas e externas. Aplicar selador e massa corrida e por fim pintar com tinta acrílica. A textura será aplicada em alguns lugares específicos da quarto, sala, fachada e área externa.
Louças e Metais	Etapa de instalação de lavatórios, bancadas, box de banheiro, armários planejados e hidromassagem.
Área Externa e Paisagismo	Construção da piscina e o plantio de algumas árvores e grama para o complemento da paisagem.
Término da obra	Limpeza final de toda área e deixando todos as instalações em perfeito funcionamento.

**Fonte:** Autor (2018)

## 4.2 APLICAÇÃO DO PLANEJAMENTO AGREGADO NA PRODUÇÃO

A aplicação do Planejamento Agregado em todas atividades mostradas no Gráfico de *Gantt* estão diretamente ligadas às necessidades de mão de obra e materiais para cada etapa. O uso de números diferentes de colaboradores em uma determinada etapa é relacionado à complexidade da atividade e os dias pré-determinados para a duração da mesma.

O projeto foi feito para a construção de uma residência em 30 (trinta) dias dividindo-se em etapas necessárias para a maior evolução da obra. Existem funcionários dentro da equipe alocados para cada atividade específica e aqueles que são flexíveis, pois exercem mais de um tipo de atividade.

Algumas tarefas necessitam de profissionais formados e com experiência na determinada área, pois tem uma complexidade alta para garantir a eficácia da obra. Essas áreas mais específicas serão destacadas também pelo custo destinado a elas que será mostrado no próximo tópico. As 17 (dezesete) atividades com cada necessidade de mão de obra e materiais estão disponibilizadas no Quadro 2 a seguir.



**Quadro 2 - Planejamento Agregado da obra.**

<b>Atividades exercidas</b>	<b>Quant. de funcionários</b>	<b>Formação/capacitação</b>	<b>Máquina/ferramentas</b>	<b>Materiais</b>
Início da obra	2	Pedreiro e ajudante	250m <sup>2</sup> de compensado	-
Terraplenagem	3	Pedreiro, ajudante e motorista	Escavadeira Hidráulica	Areia e água
Fundações	4	Pedreiros e ajudantes	Betoneira	Cimento, brita, metal, areia, água
Estrutura	4	Pedreiros e ajudantes	Betoneira	Cimento, brita, metal, areia, alvenaria, água
Paredes e Vedações (térreo)	6	Gestor de obra, Pedreiros e ajudantes	-	Alvenaria, bloco, cimento, impermeabilizante, água
Laje	5	Pedreiros e ajudantes	-	Vigas treliçadas, Lajotas de cerâmica
Paredes e Vedações (1º andar)	5	Gestor de obra, Pedreiros e ajudantes	-	Alvenaria, bloco, cimento, impermeabilizante, água
Telhados e forros	4	Serviços gerais e ajudantes	-	PVC, telha cerâmica, madeira, fibrocimento, cimento, areia, água
Instalações Hidrossanitárias	3	Técnico, pedreiro e ajudante	Ferramentas específicas	Tubos, cano, conexões, cimento, areia, água, hidrômetro, reservatórios.
Instalações Elétricas	3	Técnico, pedreiro e ajudante	Ferramentas específicas	Tubos, conexões, fios, disjuntores, lâmpadas, tomadas, interruptores
Instalações Complementares	2	Técnico e ajudante	Ferramentas específicas	Tubos, conexões, fios
Acabamento e Revestimento	2	Pedreiro e ajudante	-	Cerâmica, azulejo, cimento, areia, água
Esquadrias	2	Serviços gerais e ajudante	-	Janelas, portas, adaptadores, peças de madeira e vidro
Pinturas e Texturas	3	Pintores e ajudante	Pincel, lixa, rolo	Tinta, massa corrida, selador
Louças e Metais	2	Serviços gerais e ajudante	-	Lavatórios, bancadas, box de banheiro, armários planejados e hidromassagem
Área Externa e Paisagismo	7	Técnico, Gestor de obra, motorista, pedreiros e ajudantes	Mini retroescavadeira	Cerâmica, azulejo, cerâmica, cimento, areia, água, Tubos, cano, conexões, bomba, filtro, impermeabilizante, tinta, selador, massa corrida
Término da obra	3	Serviços gerais	Mini máquinas específicas	Produtos de limpeza

**Fonte:** Autor (2018)

O planejamento agregado do projeto produzido necessita de uma equipe com 25 (vinte e cinco) funcionários se dividindo em 9 (nove) categorias trabalhando de forma alocada a determinada tarefa. Além de seguir a ordem das atividades a serem executadas como mostra no Gráfico de *Gantt* da Figura 7, os funcionários fazem revezamento com tempo de descanso e servir outras obras paralelas.

A alocação em dias de trabalho de cada funcionário será de acordo com a necessidade de cada atividade. Essa designação pode ser observada no Quadro 3.

**Quadro 3 - Alocação dos funcionários.**

<b>Funcionários</b>	<b>Dias de trabalho</b>	<b>Atividade designada</b>
Pedreiro A	1º 3º, 4º, 5º, 6º 9º, 10º, 11º, 12º, 13º, 14º 18º, 19º	Início da obra Fundações Paredes e Vedações (térreo) Paredes e Vedações (1º andar)
Pedreiro B	1º, 2º 3º, 4º, 5º, 6º 9º, 10º, 11º, 12º, 13º, 14º 18º, 19º	Terraplenagem Fundações Paredes e Vedações (térreo) Paredes e Vedações (1º andar)
Pedreiro C	6º, 7º, 8º, 9º, 10º 15º, 16º 19º, 20º	Estrutura Laje Instalações de água e esgoto (1º andar)
Pedreiro D	6º, 7º, 8º, 9º, 10º 15º, 16º 19º, 20º	Estrutura Laje Instalações elétricas (1º andar)
Pedreiro E	9º, 10º, 11º, 12º, 13º, 14º	Paredes e Vedações (térreo)
Pedreiro F	9º, 10º, 11º 24º, 25º, 26º	Instalações de água e esgoto (térreo) Acabamento e Revestimento
Pedreiro G	9º, 10º, 11º, 12º 15º, 16º	Instalações elétricas (térreo) Laje
Pedreiro H	17º, 18º, 19º, 20º, 21º	Acabamento e Revestimento
Ajudante A	1º 3º, 4º, 5º, 6º 9º, 10º, 11º, 12º, 13º, 14º 19º, 20º 24º, 25º, 26º, 27º, 28º, 29º	Início da obra Fundações Paredes e Vedações (térreo) Instalações de água e esgoto (1º andar) Pinturas e Texturas
Ajudante B	1º, 2º 3º, 4º, 5º, 6º 9º, 10º, 11º, 12º, 13º, 14º 19º, 20º 27º, 28º	Terraplenagem Fundações Paredes e Vedações (térreo) Instalações elétricas (1º andar) Louças e Metais
Ajudante C	6º, 7º, 8º, 9º, 10º 18º, 19º 24º, 25º, 26º	Estrutura Paredes e Vedações (1º andar) Acabamento e Revestimento
Ajudante D	6º, 7º, 8º, 9º, 10º 17º, 18º, 19º, 20º, 21º	Estrutura Acabamento e Revestimento
Ajudante E	9º, 10º, 11º	Instalações de água e esgoto (térreo)

	15°, 16° 18°, 19° 21° 22°, 23°	Laje Paredes e Vedações (1° andar) Instalações complementares Esquadrias
Ajudante F	9°, 10°, 11°, 12° 15°, 16° 20°, 21°, 22°, 23°	Instalações elétricas (térreo) Laje Telhados e forros
Ajudante G	20°, 21°, 22°, 23° 27°	Telhados e forros Esquadrias
Gestor de obra	9°, 11°, 14° 17°, 19°, 20°, 23° 18°	Paredes e Vedações (térreo) Piscina Paredes e Vedações (1° andar)
Motorista	1° 17°, 18°	Terraplenagem Piscina
Serviços Gerais A	20°, 21°, 22°, 23° 27°, 28° 30°	Telhados e forros Louças e Metais Término da obra
Serviços Gerais B	20°, 21°, 22°, 23° 30°	Telhados e forros Término da obra
Serviços Gerais C	22°, 23° 27° 30°	Esquadrias Esquadrias Término da obra
Técnico Hidrossanitário	9°, 10°, 11° 17°, 18°, 22°, 23° 19°, 20°	Instalações de água e esgoto (térreo) Instalações da piscina Instalações de água e esgoto (1° andar)
Técnico Eletricista	9°, 10°, 11°, 12° 19°, 20°	Instalações elétricas (térreo) Instalações elétricas (1° andar)
Técnico Complementar	21°	Instalações complementares
Pintor A	24°, 25°, 26°, 27°, 28°, 29°	Pinturas e Texturas
Pintor B	24°, 25°, 26°, 27°, 28°, 29°	Pinturas e Texturas

**Fonte:** Autor (2018)

Os funcionários alocados à cada atividade designada têm no máximo 6 (seis) dias consecutivos de trabalho. Essa forma de prestação de serviço é uma forma de não esgotar o colaborador aumentando seu rendimento.

A produtividade do funcionário está diretamente ligada à eficácia da obra. Com a alocação e os dias corretos de trabalho destinado, pode-se entregar à obra de acordo com o predestinado no início do projeto atendendo os quatro pilares mais importantes da Engenharia de Produção: Qualidade, Rapidez, Flexibilidade e Confiabilidade.

#### 4.3 CUSTOS DA OBRA

Os custos da obra do edifício residencial estão diretamente ligados aos custos da mão de obra e dos materiais e máquinas utilizados. Após a realização do Gráfico de *Gantt* e o Planejamento Agregado, foi possível destacar o trabalho de todos os funcionários

envolvidos na obra, as máquinas que foram utilizadas e os materiais necessários para a sua conclusão.

Para fazer o cálculo dos custos totais da obra foi realizado uma conta matemática básica, porém com detalhes que precisam ser destacados e cuidadosamente avaliados como mostra a equação 1.

$$\left[ \sum_n^1 (CMO_1 \times QF_1 + \dots + CMO_n \times QF_n) \right] + (QM \times HT) \quad (1)$$

Sendo:

$CMO$ = Custo de mão-de-obra

$QF$ = Quantidade de funcionários

$QM$ = Quantidade de máquinas

$HT$ = Horas de trabalho

O CMO (custo de mão de obra é calculado com a multiplicação entre o valor da diária do funcionário pelos dias trabalhados.

A fórmula mostrada na Figura 8 foi utilizada para o cálculo dos custos totais da obra. Como apresentado na legenda, todos os custos estão relacionados e são levado em consideração. Após todo o cálculo foi criada uma plataforma para destacar os custos com mão de obra como pode-se observar no Quadro 4.

**Quadro 4 - Custos totais da obra.**

<b>Funcionários</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Dias de trabalho</b>	<b>RS/dia</b>	<b>Custo (RS)</b>
Pedreiro	7	68	120,00	8.160,00
Ajudante	6	80	40,00	3.200,00
Gestor de obra	1	8	230,00	1.840,00
Motorista	1	3	190,00	570,00
Serviços Gerais	3	16	90,00	1.440,00
Técnico Hidrossanitário	1	9	210,00	1.890,00
Técnico Eletricista	1	6	210,00	1.260,00
Técnico Complementar	1	1	210,00	210,00
Pintor	2	12	120,00	1.440,00

**Fonte:** Autor (2018)

O custo total com a mão de obra foi de R\$ 20.010,00 (vinte mil e dez reais). Após calculado esse custo, foi realizado o custo com materiais e máquinas utilizadas para desenvolver a obra, como mostra no Quadro 5.

**Quadro 5 - Custos com material e máquina.**

<b>Material/Máquina</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo unitário (R\$)</b>	<b>Custo (R\$)</b>
Areia	19m <sup>3</sup>	72,00	1.368,00
Cimento	114 sacos	23,00	2.622,00
Brita	9m <sup>3</sup>	78,00	702,00
Água	14m <sup>3</sup>	25,00	350,00
Madeira	900m	3,50	3.150,00
Ferragem	-	-	1100,00
Portas normais	11	80,00	880,00
Portas especiais	3	220,00	660,00
Janelas normais	8	40,00	320,00
Janelas especiais	3	200,00	600,00
PVC	140m <sup>2</sup>	9,50	1.330,00
Telhas cerâmica	4000	1,30	5.200,00
Piso cerâmico	140m <sup>2</sup>	22,00	3.080,00
Azulejos	50m <sup>2</sup>	28,00	1.400,00
Metais e louças (WC)	4 kits	400,00	1.600,00
Metais e louças (cozinha)	2 kits	1.200,00	2.400,00
Canos, tubos e conexões	130m	3,00	390,00
Fios e adaptadores	600m	3,00	1.800,00
Caixa d'água	1	600,00	600,00
Alvenaria/bloco	6000	0,72	4.320,00
Materiais Elétricos	-	-	900,00
Hidrômetro	1	120,00	120,00
Tinta	7 latas	120,00	840,00
Material p/ pintura	3 kits	60,00	180,00
Material p/ piscina	1 kit	4.500,00	4.500,00
Hidromassagem	1	2.200,00	2.200,00
Impermeabilizante	2 latas	45,00	90,00
Mini retroescavadeira	2 dias	100,00	200,00
Escavadeira Hidráulica	1 dia	300,00	300,00

**Fonte:** Autor (2018)

O custo total com material e máquinas foi de R\$ 41.834,00. Após calculado esse custo, foi somado com o custo total de mão de obra resultando no total gasto com a obra do edifício residencial. Esse custo total da obra foi de R\$ 61.844,00 que torna viável a construção dessa residência com base nas ferramentas do PCP utilizadas.

O valor total da obra calculado com a aplicação do Gráfico de *Gantt* junto com o Planejamento Agregado foi comparado com o de uma construtora da região onde foi destinado esse projeto como mostra no Quadro 6.

**Quadro 6** - Comparação de orçamentos de obra.

<b>Orçamentos</b>	<b>Custo total (R\$)</b>
Construtora da região	100.000,00
Aplicação das ferramentas	61.844,00

Fonte: Autor (2018)

Após a comparação dos orçamentos, percebeu que com a utilização das ferramentas de PCP na construção da obra têm-se uma econômica de 39,16% em relação à construtora da região. Visto isso, a obra foi viabilizada e assim poderá se expandir à outras obras do mesmo porte. Levando em consideração a flexibilidade dessas ferramentas, pode-se expandir com estudos para obras de grande porte.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Grande parte das obras residenciais, principalmente de pequeno porte, não se utilizam ferramentas de otimização. A maioria de construtoras se preocupa tanto com a tempo e os custos que esquecem de como chegar ao mínimo de ambos. As ferramentas de otimização servem justamente como meio de enxugar o tempo de processamento e os custos.

Esse trabalho analisou as possibilidades e recursos para obter uma construção residencial pronta em um prazo de 30 (trinta) dias com o mínimo de custo. Para isso foi aplicado as ferramentas de PCP acopladas, Gráfico de *Gantt* e Planejamento Agregado, como meio de solução.

O resultado foi a comparação do orçamento inicial com o das ferramentas aplicadas, deixando um incentivo de ampliação do projeto para construções de grande porte. Vale salientar que para que essas ferramentas sejam devidamente aplicadas, ocorra um treinamento para os funcionários envolvidos e os fornecedores cumpram com suas obrigações para atender as necessidades em tempo certo.

Conclui-se que a aplicação dessas ferramentas é viável e pode se tornar algo maior devido a sua flexibilidade, tanto no Gráfico de *Gantt* como no Planejamento Agregado.

## REFERÊNCIAS

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Disponível em: [www.abnt.org.br](http://www.abnt.org.br). 2014.

\_\_\_\_\_. NBR 12722:1992 – **Discriminação de serviços para construção de edifícios – Procedimentos**

\_\_\_\_\_. NBR 15575-1:2013 – **Edificações habitacionais — Desempenho — Requisitos gerais**

BERNARDES, M. M. S. **Desenvolvimento de um Modelo de Planejamento e Controle da Produção para Empresas de Construção**. Porto Alegre, PPGEC/UFRGS, 2001. Tese de doutorado.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007

MARCHESAN, P. R. C. **Modelo integrado de gestão de custos e controle da produção para obras civis**. 2001. 163f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio grande do Sul. Porto Alegre, 2001.

MOREIRA, D.A. **Administração da Produção e Operações**. 2. ed. Cengage: Learning, 2008.

SHANK, J. K.; GOLVINDARAJAM, V. **A revolução dos custos: como reinventar e redefinir sua estratégia de custos para vencer em mercados crescentemente competitivos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

TUBINO, D. F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.