



Planeamento e Gestão de Obra na Instalação de Suiniculturas

Mestrado em Engenharia Mecânica – Produção Industrial

André Augusto Paiva Barreiros

Leiria, novembro de 2020



Planeamento e Gestão de Obra na Instalação de Suiniculturas

Mestrado em Engenharia Mecânica – Produção Industrial

André Augusto Paiva Barreiros

Dissertação realizada sob a orientação de:

Professor Doutor Mário António Simões Correia

Professor Doutor Marcelo Rudolfo Calvete Gaspar.

Leiria, novembro de 2020

Originalidade e Direitos de Autor

A presente dissertação é original, elaborada unicamente para este fim, tendo sido devidamente citados todos os autores cujos estudos e publicações contribuíram para a/o elaborar.

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição de que seja mencionado o Autor e feita referência ao ciclo de estudos no âmbito do qual a/o mesma/o foi realizado, a saber, Curso de Mestrado em Engenharia Mecânica – Produção Industrial, no ano letivo 2019/2020, da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria, Portugal, e, bem assim, à data das provas públicas que visaram a avaliação destes trabalhos.

Dedicatória

Este trabalho é dedicado a todos aqueles que em algum momento desta tempestade tiveram de partir. E também àqueles que tiveram de conviver com a saudade. Especialmente ao meu avô e padrinho, José Fernando da Conceição Paiva.

Em memória de Maria Augusta Parada da Silva Leitão Nogueira Paiva; esposa, mãe, avó e bisavó. Amada por todos.

“Mas um soldado não pára, também não devo parar”.

- Léa Barreiros.

Agradecimentos

Toda honra e toda glória seja dada ao Senhor, nosso Deus, e ao seu filho Jesus Cristo, que com seu amor nos resgatou. Tudo podemos por meio Dele que nos fortalece. Nós o amamos porque Ele nos amou primeiro.

Agradeço à minha esposa, Bruna Pinto Gomes, por ser minha companheira de todos os dias, por seu amor e apoio durante todo este processo.

À minha família, aos amigos e aos professores orientadores, o meu sincero agradecimento por todo apoio recebido para a realização desta dissertação.

*“Se o Senhor não edificar a casa, em vão trabalham os que a edificam;
se o Senhor não guardar a cidade, em vão vigia a sentinela.”*

(Salmos 127:1)

Resumo

Este trabalho tem como proposta apresentar soluções para otimizar o planeamento e a gestão de obras, mais especificamente na instalação de suiniculturas. Para alcançar este objetivo de forma didática e organizada, buscou-se por ferramentas que melhor se adequassem ao cenário da empresa. A análise do planeamento do projeto de estudo baseou-se na comparação de dois métodos: o PERT/CPM e o método da Corrente Crítica. Com estes foi possível realizar a criação de novos cronogramas, assim como acompanhar a execução da obra com o gráfico da Curva S e o Gráfico de Avanço de Pulmão.

Auxiliando o planeamento, investiu-se nas ferramentas *Lean* para fortalecer a gestão de obras. A melhoria contínua está representada por recursos implementados baseados no Kaizen, Heijunka e Kanban.

Com este trabalho foi possível propor cronogramas mais eficientes para a empresa, otimizando seu processo construtivo; assim como a implementação de ferramentas de controlo do processo, auxiliando no cumprimento das atividades planeadas. Desta forma, acredita-se que o gerenciamento de obras seja enriquecido, elevando os padrões de gestão da organização.

Palavras-chave: Gestão de Obras, Planeamento, PERT/CPM, Corrente Crítica, Lean Thinking, Suinicultura.

Abstract

This work proposes solutions to optimize construction planning and management, more specifically in the installation of swine farms. In order to achieve this goal, dedicated operational tools were discussed and implemented to improve the company's processes. The analysis of the planning in study case was based on the comparison of two methods: the PERT/CPM and the Critical Chain method. Moreover, it was possible to create new schedules as well as to monitor the execution of the construction with the S Curve graph and the Lung Advance graph.

Assisting the planning, investments in Lean tools were made to strengthen project's management. The Continuous improvement is represented by implemented resources based on Kaizen, Heijunka and Kanban.

It was possible, through this study, to propose more efficient schedules for the company, optimizing construction's process, as well as the implementation of construction control methods, assisting in the fulfilment of planned activities. This way, it is believed that construction's management is enriched, raising the organization's standards.

Keywords: Construction's management, Planning, PERT/CPM, Critical Chain, Lean Thinking, swine farming.

Índice

Originalidade e Direitos de Autor	iii
Dedicatória	iv
Agradecimentos	v
Resumo	vi
Abstract	vii
Lista de tabelas	xii
Lista de siglas e acrónimos	xiii
1. Introdução	14
1.1. Enquadramento Geral	14
1.2. Âmbito e Objetivos	15
1.3. Apresentação da Empresa	15
1.4. Perguntas da Investigação	16
1.5. Resultados Esperados	16
1.6. Estrutura do Documento	17
2. Revisão Bibliográfica	18
2.1. Suinicultura	18
2.2. Ferramentas e Métodos de Planeamento	20
2.3. Diagrama de rede	20
2.4. Técnicas para gerenciamento do tempo em projetos	21
2.4.1. Método PERT/CPM	21
2.4.2. Método da Corrente Crítica.....	23
2.4.3. Lei de Parkinson.....	25
2.4.4. Síndrome do Estudante.....	25
2.4.5. Gráfico Gantt.....	26
2.5. Ferramentas de suporte à melhoria de processos produtivos	27
2.5.1. Kaizen.....	27
2.5.2. PDCA	28
2.5.3. Standard Work.....	29
2.5.4. Kanban	30

2.5.5.	Heijunka	31
2.5.6.	5W2H	32
3.	Metodologia.....	34
3.1.	Implementação dos Métodos de Planeamento	34
3.1.1.	Método PERT/CPM	35
3.1.2.	Método da Corrente Crítica	36
3.2.	Implementação das Ferramentas <i>Lean</i>.....	37
3.2.1.	Standard Work.....	38
3.2.2.	Pilar do Controlo de Produção	39
3.2.3.	Pilar da melhoria contínua.....	41
4.	Resultados e Análise	44
4.1.	Estudo de caso.....	44
4.1.1.	Descrição da obra	44
4.1.2.	Divisão da obra.....	48
4.2.	Controlo e Gestão da Obra.....	49
4.2.1.	Cronograma inicial do processo	50
4.2.2.	Dimensionamento da carga de trabalho.....	54
4.2.3.	Comparação entre o cronograma planeado e o executado	57
4.2.4.	Dimensionamento do Cronograma utilizando o Método PERT/CPM	62
4.2.5.	Dimensionamento do Cronograma utilizando Método da Corrente Crítica....	66
4.2.6.	Comparação entre os Métodos Apresentados.....	69
4.3.	Melhorias esperadas com as Ferramentas de Gestão	70
5.	Conclusão	74
6.	Propostas de Trabalhos Futuros	75
	Bibliografia.....	76
	Anexos.....	78
	ANEXO A – COMPLEXO DE ENGORDA DE SUÍNOS, SEP SANCHO	78
	ANEXO B – PAVILHÃO DE ENGORDA DE SUÍNOS, SEP SANCHO.....	79
	ANEXO C – CRONOGRAMA PLANEADO PARA OBRA DE TRÊS PAVILHÕES	80
	ANEXO D – FOLHA DE OBRA, SEP SANCHO	81
	ANEXO E – DIÁRIO DE OBRA CRIADO	82

Lista de Figuras

Figura 1: Empresa acolhedora, SEP Sancho S.A. (SEP Sancho, 2020)	16
Figura 2: Notações de Diagramas de Rede (TEIXEIRA, 2013).....	20
Figura 3: Gráfico da Curva S	22
Figura 4: Exemplo gráfico da Síndrome do Estudante.....	26
Figura 5: Gráfico de Gantt, ferramenta indispensável na gestão de projetos.	26
Figura 6: Ilustração do Plan-Do-Check-Act.....	28
Figura 7: Metodologia de planeamento do projeto.	35
Figura 8: Exemplo de cronograma CCPM.	37
Figura 9: Estrutura da Metodologia	38
Figura 10: Standard Work e a preservação do progresso obtido.	38
Figura 11: Ciclo do Kanban adaptado para o cenário de estudo.	40
Figura 12: Exemplo de nivelamento de carga de trabalho.	40
Figura 13: Ciclo Kaizen englobando as ferramentas Standard Work, PDCA e Gemba.....	42
Figura 14: Exemplo de divisão e interior de um pavilhão de engorda.	45
Figura 15: Exemplo de um complexo de engorda de suínos.....	46
Figura 16: Pavilhão de engorda construído, antes da instalação das mangas de acesso.....	46
Figura 17: Pavilhões de engorda, obra executada pela empresa.	47
Figura 18: Entrada social e cais de embarque e desembarque de suínos.....	47
Figura 19: Parques de engorda, construídos e equipados pela empresa.	48
Figura 20: Diagrama de rede do plano de execução do pavilhão 1.....	51
Figura 21: Diagrama de rede do plano de execução do pavilhão 2.....	52
Figura 22: Diagrama de rede do plano de execução do pavilhão 3.....	53
Figura 23: Resumo da carga de trabalho exigida.	54
Figura 24: Relação entre a duração e a carga de trabalho semanal.	55
Figura 25: Média da taxa de trabalho semanal para um prazo de 60 semanas.	56
Figura 26: Média da taxa de trabalho para um prazo de 15 semanas.	56
Figura 27: Divisão das etapas da obra.....	57
Figura 28: Evolução planeada da obra e a taxa de trabalho semanal.	59
Figura 29: Evolução real da obra e a taxa de trabalho semanal.	60
Figura 30: Comparação entre a duração e o progresso das obras planeadas e executadas.....	61

Figura 31: Comparação entre a duração e a distribuição de mão-de-obra.....	61
Figura 32: Caminho crítico definido no diagrama de rede.	62
Figura 33: Diagrama PERT/CPM para um prazo de 15 semanas.....	63
Figura 34: Comparação do cronograma planeado e os cenários possíveis.	64
Figura 35: Comparação entre os progressos planeado e real, pelo gráfico da Curva S.	65
Figura 36: Comparação do cronograma executado e os cenários possíveis.	66
Figura 37: Diagrama de rede do cronograma baseado na corrente crítica.....	67
Figura 38: Avaliação de Desempenho pelo Gráfico de Avanço de Pulmão.	68
Figura 39: Exemplo de Kanban proposto para ser implementado pela empresa.	71
Figura 40: Exemplo de Plano Diário de Obra.	72

Lista de tabelas

Tabela 1: Divisão de atividades da obra.....	49
Tabela 2: Cronograma inicialmente planeado para o pavilhão 1.	50
Tabela 3: Cronograma inicialmente planeado para o pavilhão 2.	51
Tabela 4: Cronograma inicialmente planeado para o pavilhão 3.	52
Tabela 5: Divisão de atividades das áreas comuns e sua carga de trabalho.	53
Tabela 6: Relação entre o prazo da obra a carga de trabalho requerida.	55
Tabela 7: Desempenho real da construção de cada pavilhão.	58
Tabela 8: Comparação entre o desempenho real e o planeado.....	59

Lista de siglas e acrónimos

AOA	Activities-on-Arrows
AON	Activities-on-Nodes
CCPM	Critical Chain Path Method
CPM	Critical Path Method
ESTG	Escola Superior de Tecnologia e Gestão
d.H	Dias x Homens
PDCA	Plan-Do-Check-Act
PDT	Plano Diário de Trabalho
PERT	Program Evaluation and Review Technique
SW	Standard Work
TOC	Theory of Constraints, Teoria das Restrições
TPS	Toyota Production System
WIP	Work-in-Progress
5W2H	5 Whys & 2 Hows

1. Introdução

“Toda grande caminhada começa com um simples passo.” – Sidarta Gautama

Nesta primeira secção da tese serão introduzidos o enquadramento do tema, seus objetivos e a empresa acolhedora. No entanto, deve-se destacar primeiramente o âmbito em que este documento foi desenvolvido. Desde o início do ano de 2020, o mundo vem enfrentando uma pandemia de escala global, paralisando-o e criando novas rotinas. Semelhantemente, o desenvolvimento desta tese sofreu com situações ímpares, principalmente com as limitações ocasionadas devido ao Covid-19.

Os primeiros dois meses de investigação foram marcados pela mobilidade limitada e isolamento social. Neste período focou-se principalmente na revisão literária e na seleção das ferramentas, visto que o acesso à empresa e às obras estava impossibilitado. No decorrer da jornada, com resiliência e cooperação, pôde-se contornar as adversidades e se adequar ao calendário programado. Em conjunto com a empresa acolhedora e com os professores orientadores pôde-se tornar alcançável a realização do caso de estudo.

1.1. Enquadramento Geral

Historicamente, seja no Brasil, em Portugal ou em qualquer parte do mundo, o setor da construção civil proporciona à sociedade: evolução, inovação e segurança. Todavia, este importante mercado também é frequentemente ligado a atrasos, baixa produtividade e desvios orçamentais. Estas situações não estão reservadas somente a uma fatia do mercado, estas podem ser observadas, em suas devidas proporções, desde à construção de monumentos, pontes, arranha-céus, suiniculturas e até mesmo em uma simples reforma de uma habitação.

Em busca de serem competitivas, é imprescindível para as organizações dominarem as ferramentas necessárias para satisfazer as necessidades do cliente. Com o intuito de obterem a melhor eficiência possível com o menor custo, é fundamental a presença de uma gestão de projetos consolidada. E na indústria da suinicultura também não é diferente, tendo em vista a representatividade do consumo de carne suína mundialmente. De acordo com a OECD,

Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico, consome-se mais de 100 milhões de toneladas de carne suína ao ano (OECD, 2020).

Devido a esta competitividade, o mercado da suinicultura exige um constante aperfeiçoamento tecnológico, para se obter o melhoramento da produção e consequente rentabilidade. Para que isso seja possível, as instalações físicas adequadas são um dos principais fatores para se atingir este objetivo. Para potencializar o bem-estar animal e atingir a produção almejada, estas instalações devem ser dimensionadas para que os suínos tenham um manejo adequado, poupando-os de esforços físicos e que não fiquem submetidos a variações climáticas (Carvalho, 2019).

Diante do contexto apresentado, pode-se compreender o obstáculo que muitos produtores precisam para poderem sobressair no mercado. Para a implantação de unidades produtivas, isto é, construção ou ampliação das instalações suinícolas, faz-se necessário, o domínio técnico e o estudo da otimização das mesmas. Como solução, empresas especializadas neste ramo são contratadas por seus clientes, os suinicultores, para que estas solucionem toda a sua cadeia produtiva.

Estas organizações por sua vez, não têm seus lucros provenientes de unidades de suínos, mas de projetos bem executados. O planeamento e o gerenciamento das obras, são as suas armas, a fim de minimizar variáveis que não gerem valor acrescentado e maximizar apenas as que produzem rentabilidade.

1.2. Âmbito e Objetivos

Esta dissertação apresenta como principal objetivo aplicar ferramentas de planeamento de projetos em obras de uma empresa voltada à construção de suiniculturas. Também, foi definido como enfoque o estudo e a implementação de ferramentas de gestão para auxiliar no controlo e melhoria do processo produtivo da organização. O estudo foi realizado em parceria com uma empresa experiente do ramo, que possibilitou estar presente em diferentes projetos em execução.

1.3. Apresentação da Empresa

A organização acolhedora, que disponibilizou todo material e permitiu esta oportunidade de estudo foi a construtora especializada em suinicultura: a SEP SANCHO S.A. A empresa está sediada na freguesia da Benedita, no concelho de Alcobaça, zona central de Portugal. Sua

área comercial, como ilustrado na Figura 1, engloba a projecção, construção, equipamento e manutenção no sector agropecuário. Esta companhia, iniciada de maneira familiar, atua desde 1991, busca prosperar a cada dia com a dedicação, evolução e inovação.



Figura 1: Empresa acolhedora, SEP Sancho S.A. (SEP Sancho, 2020)

1.4. Perguntas da Investigação

- ✓ Questão 1: Como realizar o planeamento ideal de uma obra de suinicultura?
- ✓ Questão 2: Que benefícios as ferramentas de planeamento produzem em processos construtivos?
- ✓ Questão 3: Qual a melhor ferramenta de planeamento para uma obra construtiva de suinicultura?
- ✓ Questão 4: Que benefícios as ferramentas de *lean* produzem em processos construtivos?
- ✓ Questão 5: Qual a melhor ferramenta de gestão para obras construtivas em pequenas empresas?
- ✓ Questão 6: Como implementar estas ferramentas e manter as mudanças obtidas?

1.5. Resultados Esperados

O resultado principal esperado com este estudo é apresentar ferramentas que possam solucionar problemas que ocorrem no planeamento e execução no processo de instalação de complexos de engordas de suínos. O processo para chegar ao objetivo baseia-se em conhecer

o processo construtivo e como este poderá ser otimizado, utilizando as ferramentas adequadas.

O estudo destas metodologias está dividido em dois segmentos: ferramentas de planeamento, empregadas na otimização do processo e calendário da obra; e ferramentas de gestão, empregadas na otimização da cadeia de valor da obra, reduzindo desperdícios e fomentando a melhoria contínua do processo.

1.6. Estrutura do Documento

O presente **capítulo 1** consiste na introdução ao trabalho, onde é apresentado o enquadramento do tema; o âmbito e objetivos a atingir com o projeto; a empresa acolhedora, que realizará a obra; os objetivos que justificam a investigação; e a organização da dissertação.

No **capítulo 2**, está apresentado o estado da arte das ferramentas de gestão: métodos de melhoria dos processos e métodos de planeamento de projetos.

O **capítulo 3** apresenta a seleção de ferramentas e métodos que foram utilizados para desenvolver o modelo de plano de obra, assim como as medidas de melhoria contínua a serem implementadas na empresa.

No **capítulo 4** estão apresentados os dados desenvolvidos e o resultado obtido com o desenvolvimento da obra. Planos de trabalho, aprisionamento e mão-de-obra, assim como, instruções de trabalho, são exemplos dos resultados que serão apresentados.

O **capítulo 5** consiste na conclusão do trabalho, onde serão apresentadas as metas alcançadas, as dificuldades enfrentadas.

Finalmente, no **capítulo 6**, estão comentadas propostas para futuros trabalhos e continuação da pesquisa.

2. Revisão Bibliográfica

“Os investimentos em conhecimento geram os melhores dividendos.”

– Benjamin Franklin

Nesta secção serão apresentados dados e ferramentas referentes ao tema em questão. Desde suinicultura e sistemas de criação até ferramentas de gestão e planeamento, todas as idéias e diretrizes reunidas neste texto foram retiradas de literaturas atuais e estão devidamente referenciadas.

2.1. Suinicultura

Este tópico, relacionado à suinicultura, exibirá informações acerca dos sistemas de criação existentes e características das instalações de criação e alojamentos de engorda de suínos.

- Sistemas de Criação

O sistema de criação é a base de todo o complexo de engorda de suínos. A escolha do modo de criar os animais definirá o tempo de engorda, a saúde, o bem-estar dos animais e a qualidade de sua carne. De acordo com Carvalho, classificam-se os sistemas de criação de suínos em três tipos (Carvalho, 2009):

a) Sistema extensivo:

- ✓ os animais são criados à solta;
- ✓ basicamente sem práticas de higiene ou uso de instalações;
- ✓ A alimentação é simples.

b) Semi-intensivo:

- ✓ Algum controle de alimentação e higiene;
- ✓ Existem instalações, principalmente para as fêmeas, durante a fase de gestação e amamentação;
- ✓ As instalações são ligadas a piquetes gramados.

c) Intensivo:

- ✓ Os animais são mantidos em confinamento, porém, em algumas fases da vida podem ter acesso a piquetes com gramíneas e leguminosas;
- ✓ Ração balanceada, práticas sanitárias e instalações apropriadas;
- ✓ Possibilidade de controle da ventilação, da temperatura e da umidade do ar.

O caso de estudo deste trabalho refere-se ao planeamento da construção de um complexo de engorda caracterizado pelo terceiro tipo de sistema de criação apresentado. Criados em pavilhões de engorda, os animais são mantidos em confinamento; possuem alimentação balanceada e automatizada; práticas sanitárias e instalações apropriadas; e controle de ventilação. Segundo Silva, a produção intensiva confinada visa um máximo de ganho de peso num menor tempo, respeitando todas as normas de bem-estar dos animais. Para que isto seja realizável é necessário elevado grau de industrialização, mão-de-obra especializada e o controlo de todas as fases produtivas (Silva, 2013).

- Alojamento de Engorda

Em relação ao projeto arquitetónico de um abrigo de engorda de animais, Carvalho revela que este deve ser elaborado de modo que integre as instalações ao ambiente, devendo levar em consideração as condições da região. Largamente utilizada, a divisão das edificações pela fase de vida e pela atividade permite que se tenha um melhor controle das condições ambientais e um melhor manejo para cada fase da criação. Desta forma, existem complexos de criação contendo galpões distintos para creche, crescimento e terminação, reprodução, gestação e maternidade (Carvalho, 2019).

O planeamento realizado neste trabalho será voltado para a construção de unidades de crescimento e terminação. Estas são divididas por gaiolas para dez leitões ou baias para grupos de vinte leitões. Estas unidades são utilizadas para animais com 25 a 60 kg de peso corporal, correspondendo ao período de 65 a 110 dias de idade, criados em baias coletivas do setor de crescimento; e também para animais de 60 a aproximadamente 100 kg, peso de abate, em baias coletivas para o setor de terminação (Carvalho, 2019).

2.2.Ferramentas e Métodos de Planeamento

Nesta secção serão expostas as informações obtidas sobre as ferramentas e metodologias relacionadas ao planeamento de projetos.

2.3.Diagrama de rede

De acordo com Costa, o diagrama de rede é uma ferramenta essencial para que o projeto possa funcionar de forma organizada. Para isso cria-se uma hierarquia nas atividades que permite determinar o horizonte do projeto assumindo determinadas durações. Costa aborda dois tipos de técnicas de determinação do caminho crítico por diagramas de rede, que são as redes de atividades por seta, AOA (*Activities-on-Arrows*), e as redes de atividades por nós (*Activities-on-Nodes*), redes AON (Costa, 2016).

A rede *Activities-on-Arrows* foi a primeira rede programação de projetos a ser aplicada nas metodologias CPM (*Critical Path Method*) e PERT (*Program Evaluation and Review Technique*). Nesta, os Nós representam o início e o fim das tarefas, e as Setas representam as atividades. Já na rede *Activities-on-Nodes* as atividades são apresentadas nos nós. As setas representam as precedências entre as atividades, como pode ser observado na Figura 2 (Teixeira, 2013).

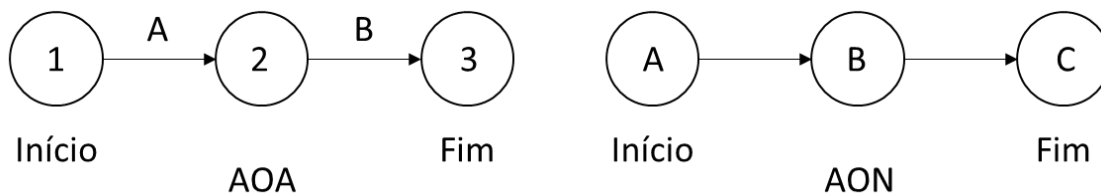


Figura 2: Notações de Diagramas de Rede (Teixeira, 2013).

- Elaboração de Redes de Planeamento

Para elaborar uma rede de planeamento procede-se da seguinte forma (Prado, 1984):

- ✓ listar todas as atividades do projeto;
- ✓ estabelecer a ordem de execução das atividades;
- ✓ determinar a duração de cada atividade;
- ✓ determinar os eventos inicial e final da rede;
- ✓ determinar as atividades que podem ser executadas em paralelo;
- ✓ calcular as datas dos eventos inicial e final de cada atividade.

2.4. Técnicas para gerenciamento do tempo em projetos

“Até um plano ruim é melhor do que a falta de plano.” – Mikhail Chigorin.

Segundo Ordoñez, o gerenciamento do tempo consiste no conjunto de técnicas que têm por objetivo garantir que o projeto seja concluído dentro do prazo determinado. Ainda que este seja um assunto complexo dependente de inúmeros fatores, para Ordoñez a administração do tempo de forma disciplinada é uma das chaves para um gerenciamento de projetos eficiente (Ordoñez, 2013). Para estudar estes benefícios foram selecionados dois métodos de planeamento de projetos para serem analisados: o PERT/CPM e o CCPM, Método da Corrente Crítica.

2.4.1. Método PERT/CPM

A técnica PERT foi desenvolvida em 1958 para o uso do Departamento de Defesa dos Estados Unidos na execução do míssil Polaris. Tal projeto envolveu 250 empreiteiros, cerca de 9000 subempreiteiros e a fabricação de 70 mil componentes, muitos nunca produzidos em série anteriormente. Segundo Ávila (2007), como não havia experiência em relação aos prazos de fabricação de cada peça, perguntou-se aos fabricantes os prazos máximos, normais e mínimos para a produção de cada componente. Desta forma, foi realizável através de tratamento estatístico, determinar o tempo esperado (Costa, 2017).

Também em 1958, foi desenvolvida a técnica CPM. A empresa Dupont, fabricante de produtos químicos, tinha o intuito de expandir seu parque fabril, resolveu planejar suas obras por meio de diagramas de redes. A organização, através de registos de projetos passados em seus arquivos, utilizava de prazos e condições que determinada atividade fora executada, possibilitando a elaboração de uma rede com uma única determinação do prazo para cada atividade, criando um sistema determinístico (Costa, 2017).

Para Brandão, estes dois métodos trouxeram um grande benefício para a área da gestão de projetos, pois permitem uma visão mais intuitiva e uma melhor definição e controlo de programas complexos (Brandão, 2000). O PERT foi inicialmente utilizado em projetos de pesquisa e desenvolvimento, enquanto o CPM era usado geralmente em projetos de construção. A junção das duas ferramentas resulta, pois, as suas essências são semelhantes. Estas identificam as atividades críticas da rede, isto é, aquelas que não podem se atrasar e também aquelas que podem sofrer alterações no seu tempo de execução, sem afetar o cumprimento do prazo (Meredith e Mantel, 2012).

Segundo Bonini, a maneira de manejar o projeto, obtida com estas técnicas, ofereceu ao planeador uma série de informações impercetíveis pelos métodos tradicionais, como (Bonini, 1971):

- ✓ Visão de conjunto do projeto;
- ✓ Flexibilidade, permitindo o replaneamento de etapas, conforme o surgimento de novas situações;
- ✓ Facilidade de comunicação entre o organograma do projeto;
- ✓ Possibilidade de avaliar alternativas.

- Gráfico da Curva S

De acordo com Ávila (2007), os valores acumulados período a período podem, igualmente, ser representados no plano cartesiano lançando-se na abscissa o período e na ordenada os valores acumulados. O resultado será uma curva denominada Curva S, por lembrar a configuração dessa letra, como mostrado a seguir na Figura 3.

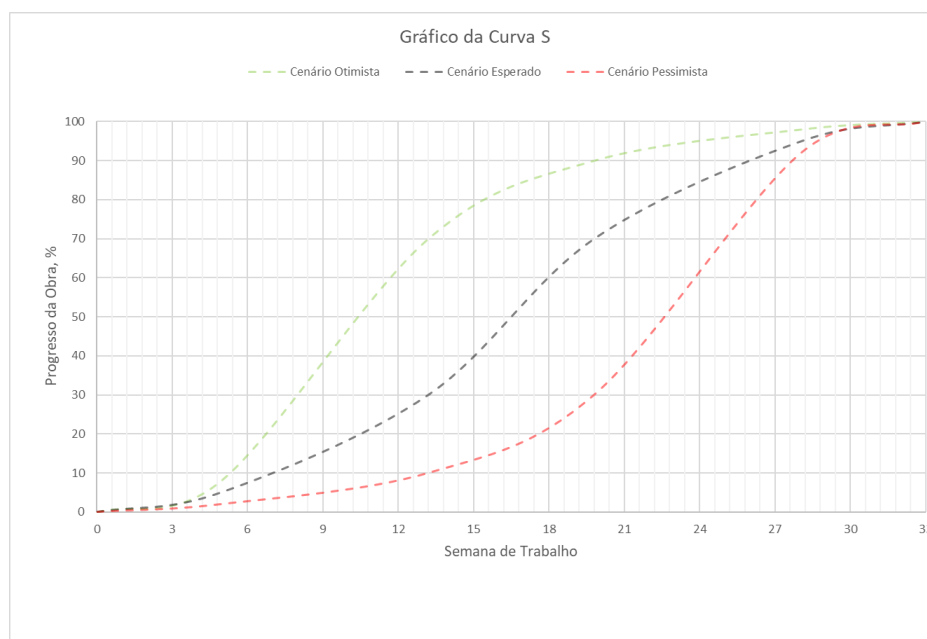


Figura 3: Gráfico da Curva S

Esta curva ilustra como se comporta a distribuição de um recurso ou população de forma cumulativa, sendo amplamente utilizada no planeamento, programação e controle de projetos. A Curva S pode também ser chamada de Curva Logística, sendo encontrada em diversas outras aplicações como na Biologia, Economia, Química, Ciências Políticas e na Estatística (Costa, 2017).

Em concordância com Ávila, a curva representa o projeto como um todo, em termos de homens-hora ou de recursos financeiros necessários à sua implementação, além disto, permitindo também visualizar a cadência do andamento previsto para sua execução. Em geral, a Curva S é uma ferramenta importante para verificar o gasto do recurso destinado as incumbências previstas no cronograma físico (Costa, 2017).

2.4.2. Método da Corrente Crítica

De acordo com Goldratt (1998), o autor da teoria, não há como gerir eficazmente a incerteza que causa o fracasso de muitos projetos. Dado isto, o mesmo desenvolveu uma solução que permite fazer a gestão da própria incerteza, que se chama Corrente Crítica (Costa, 2016).

Segundo Cavalcanti (2011), experiências preliminares com esta teoria demonstraram benefícios que superaram as expectativas, como as descritas a seguir:

- ✓ Melhoria no sucesso do projeto em termos de tempo, âmbito e custos;
- ✓ Melhoria na redução da duração dos projetos, pelo menos 25% em projetos individuais;
- ✓ Aumento superior da satisfação da equipa de projeto, evitando a multitarefa, conflitos e pressão sob equipas;
- ✓ Gestão de projeto mais simplificado;
- ✓ Aumento dos lucros.

Um aspeto chave que Goldratt (1998) definiu são os chamados pulmões, que é um elemento importante na monitorização e controlo de projetos. Os pulmões são intervalos de tempo colocados nas junções entre os caminhos caminho crítico e o não críticos visando proteger o caminho crítico da variabilidade e da incerteza do processo (Santos, 2001).

- Pulmões

De acordo com Lima, existem quatro tipos de pulmões, estes serão descritos abaixo, sendo os dois últimos tipos de pulmões utilizados para evitar mudanças no caminho crítico (Lima, 2013):

- ✓ Pulmão de recursos: garante que os recursos necessários estarão sempre disponíveis para executar as atividades da corrente crítica. Estes pulmões são aplicados onde o recurso tem participação numa tarefa da Corrente Crítica e a precedência é realizada por outro recurso;

- ✓ Pulmão de projeto: aplicado no final do caminho crítico com o objetivo de resguardar o projeto da incerteza;
- ✓ Pulmão de capacidade: aplicados em ambiente de múltiplos projetos onde os recursos utilizados são aplicados em vários projetos;
- ✓ Pulmão de convergência: colocados entre os caminhos não críticos com o caminho crítico agrupando todas as atividades do caminho não crítico.

Conforme Santos (2011), para dimensionar pulmões não são necessários cálculos científicos pois a teoria das restrições é um mecanismo de melhoria contínua e poderá ser feito em abordagem iterativa. No entanto, nas pequenas empresas a maior condicionante são quase sempre os recursos, ainda pior quando este está programado para várias tarefas. Nestes casos, a sequência crítica deixa de ser o caminho crítico e passa a ser subordinada ao calendário do próprio recurso. Dada esta situação os pulmões de convergência terão de ser reposicionados face ao restante projeto para a corrente crítica ao invés do caminho crítico (Costa, 2016).

- Teoria das Restrições

O físico Israelita, Eliyahu Goldratt, desenvolveu uma fórmula matemática para o planeamento da produção em fábrica para um amigo que produzia gaiolas de aves. Goldratt relata que para um gestor conseguir controlar custos e garantir ganhos este terá de saber direcionar o seu foco. Para Goldratt, os benefícios fornecidos pela TOC são (Costa, 2016):

- ✓ Identificar e definir as restrições do sistema – podem ser definidas em dois tipos, políticas e físicas, as políticas são regras que permanecem em vigor após suas causas terem sido extintas, e as físicas, também chamadas de gargalo, são recursos que não tem capacidade suficiente para atender à demanda;
- ✓ Decidir explorar as restrições do sistema;
- ✓ Condicionar tudo e todos ao ritmo das restrições do sistema;
- ✓ Elevar as restrições do sistema e refazer o procedimento.

Uma vez que as restrições comecem a ser contidas, mais capacidade de resposta começa a surgir, pois agora os desperdícios são aproveitados de forma adequada. Com a melhoria contínua da restrição, o sistema otimizará de tal modo que o recurso deixará de ser uma restrição, esta melhoria faz com que a condição de gargalo seja quebrada e, por conseguinte, o posto de restrição seja assumido por um outro recurso (Costa, 2016).

- **Elaboração do método CCPM**

De acordo com Ordoñez, a forma de aplicar o método da Corrente Crítica para elaboração de cronogramas de projeto consiste em criar a rede, identificar a corrente crítica, e proteger a corrente crítica, estes serão discutidos a seguir. Segundo o método CCPM (*Critical Chain Path Method*), deve-se haver uma redução em média de 50% na estimativa de cada tarefa inserida no cronograma. No entanto, o CCPM gerencia este fato com a colocação de parte da segurança removida das tarefas individuais em pulmões ao final de cada caminho da rede. Após a criação da rede, com o objetivo de facilitar a identificação da corrente crítica, toda contenção de recursos deve ser eliminada, especificamente do recurso definido como o gargalo do sistema (Ordoñez, 2013).

A fim de proteger a corrente crítica e evitar uma vulnerabilidade indesejada em relação ao tempo de duração do projeto, é inserido um pulmão de tempo do projeto ao final da Corrente Crítica e posteriormente um Pulmão de Alimentação em cada caminho que converge com a Corrente Crítica. De forma que seja possível o acompanhamento do processo e o consumo dos pulmões admite-se o uso do Gráfico de Avanço de Pulmão. Este elemento gráfico permite que a percepção do progresso do cronograma, revelando se este está respeitando o tempo designado para as tarefas ou se está consumindo o pulmão.

2.4.3. **Lei de Parkinson**

Este fenômeno baseia-se na execução de uma tarefa de acordo com o seu tempo disponível, mesmo que esta seja de menor duração. Segundo Ribas, este fenômeno ocorre quando os colaboradores envolvidos na realização de atividades não são estimulados para relatarem aos seus superiores o fato de o término de uma atividade ter sido antecipado, pois receiam que tal comunicação implique, no futuro, uma redução das durações estimadas para as atividades do mesmo género. Desta forma, a gestão do fator tempo torna-se enganadora, pois processos que poderiam ser mais eficientes mantêm-se estagnados, devido ao facto do próprio executante querer evitar futuros problemas por falta de produtividade. (Ribas, 2015)

2.4.4. **Síndrome do Estudante**

De acordo com Ribas (2015), durante o período académico todos os estudantes já passaram pela situação de estarem véspera da entrega de trabalhos e por conflitos de multitarefas, ou simplesmente por desleixo, estarem a realizar grande parte deles (Ribas, 2015). Quanto mais se aproxima do fim do prazo, maior é o esforço para terminar a tarefa, como está ilustrado

na Figura 4. Este hábito, que reflete um mau planeamento, deve ser evitado, de forma que se uniformize a execução de todas as atividades propostas.

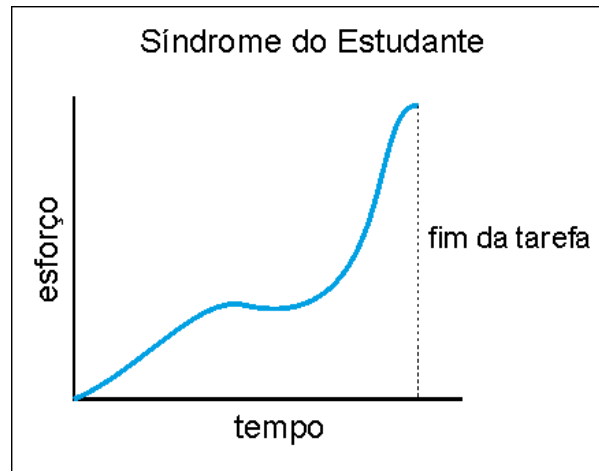


Figura 4: Exemplo gráfico da Síndrome do Estudante.

2.4.5. Gráfico Gantt

O gráfico de Gantt foi desenvolvido em 1917 pelo Engenheiro Henry Gantt, tendo sido utilizado na primeira guerra mundial na área militar. Este gráfico consiste na visualização composta por 2 eixos onde no eixo horizontal está representada a variável tempo e no eixo vertical estão as atividades. Nos eixos são geralmente representados retângulos que representam as atividades, onde a largura representa a sua duração e a altura o número utilizado por unidade de tempo dos recursos (Ferreira, 2011). O gráfico, conforme exemplificado na Figura 5, permite uma representação gráfica de todas as atividades e recursos a que esta se encontra sujeita.

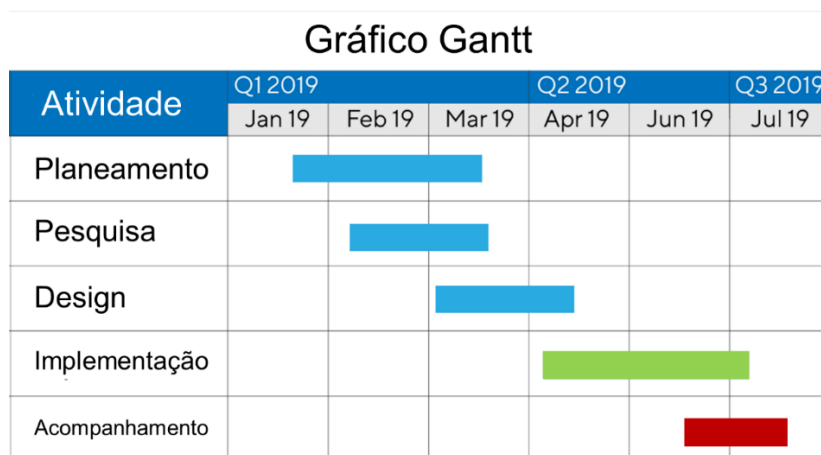


Figura 5: Gráfico de Gantt, ferramenta indispensável na gestão de projetos.

A partir desta metodologia e de acordo com Machado e Elian (2015), o gráfico de Gantt proporciona as seguintes vantagens:

- ✓ Controla e acompanha a cronologia das diferentes fases de um projeto;
- ✓ Estabelece uma linha de tempo para cada atividade de um projeto e determina um calendário;
- ✓ Niveliza recursos;
- ✓ Permite o acompanhamento visual de todo o calendário de atividades;
- ✓ Segue o avanço do projeto, relativamente ao calendário determinado;
- ✓ Escala de tempo definida e clara;
- ✓ Melhora a visualização do calendário e do progresso temporal do projeto.

2.5. Ferramentas de suporte à melhoria de processos produtivos

2.5.1. Kaizen

A metodologia Kaizen é um dos pilares da filosofia Lean. O termo japonês traduz-se melhoria contínua, como ilustrado na figura a seguir, na junção dos símbolos referentes à “mudar” e “melhor”. Segundo Thomaz, esta filosofia envolve a participação de todos os colaboradores desde o diretor até à linha de montagem, tendo como principal objetivo melhorar os processos e o desempenho da organização, implementando melhorias que envolvam baixos investimentos. (Thomaz, 2015)

De acordo com Salgueiro, o método em questão tem como meta a busca pela perfeição, procurando eliminar desperdícios de forma contínua e gradual, e com isto aumentar a produtividade. Este autor também reforça que para esta metodologia funcionar em sua totalidade é necessário que haja envolvimento e dedicação de todos os funcionários da empresa, desde a gestão de topo até os operadores de produção (Salgueiro, 2015). Destaca-se que esta não é uma técnica que atua de forma independente, é uma técnica que engloba todas as outras ferramentas de melhoria e faz uma conexão entre as mesmas.

Em complemento, o Kaizen pode ser caracterizado por meio de 10 princípios (Costa, 2016):

1. Abandonar as ideias fixas;
2. Refletir sobre o que pode ser feito e como fazer, em vez de perder tempo ao explicar o que não pode ser elaborado;

3. As boas propostas de melhoria são para realizar no menor espaço de tempo possível;
4. Ganhar 60% de imediato, em vez de procurar a perfeição;
5. Se existe um erro, deve ser corrigido no local e na hora;
6. Na dificuldade devem-se tirar ideias;
7. Respeitar os “5 Porquês?”, achando a causa real e procurar seguidamente a solução;
8. Em vez de esperar uma ideia de uma pessoa, ter em conta o maior número de ideias possíveis, do maior número de pessoas;
9. Primeiro testar e depois validar;
10. A melhoria é infinita.

2.5.2. PDCA

“Quem pensa pouco, erra muito.”

– Leonardo da Vinci

O ciclo PDCA tem como objetivo clarificar o processo de resolução de problemas das organizações e é utilizado para controlo e melhoria contínua de processos e produtos. Na Figura 6, é visualizado como esta ferramenta está dividida:

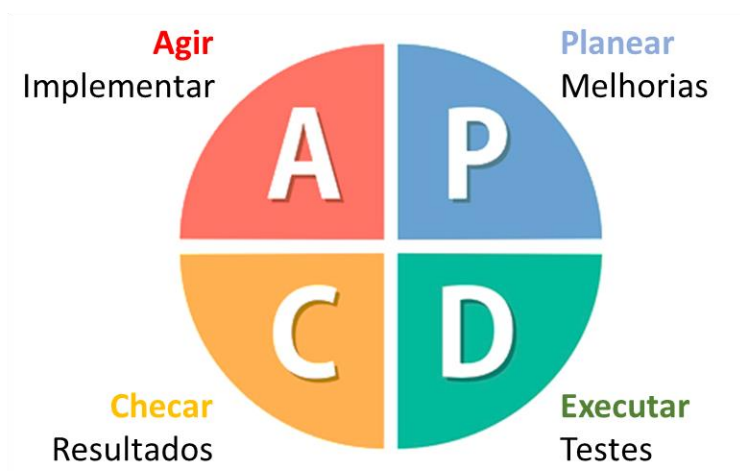


Figura 6: Ilustração do Plan-Do-Check-Act.

As etapas do Plan-Do-Check-Act fazendo parte de um ciclo praticado dentro do ambiente de trabalho seja uma fábrica, escritório ou estaleiro de obra. Esta técnica visa o controle do sistema utilizando o *feedback* das mudanças obtidas para reajustá-lo. As suas etapas estão claramente destacadas, segundo Salgueiro, no texto a seguir (Salgueiro, 2015):

- **PLAN** (planear):

São estabelecidos objetivos e processos necessários para entregar resultados, de acordo com as metas pré-determinadas e identificar as causas que poderão impedir a concretização dessas metas. Tem-se o objetivo de desenvolver um plano de ação para a solucionar problemas;

- **DO** (desempenhar):

Implementa-se o plano, executa-se o processo, faz-se o produto e juntam-se os resultados para análise a próxima etapa;

- **CHECK** (conferir):

Após a execução do plano e processo estipulados, é necessário analisar os dados obtidos e os comparar com os parâmetros esperados;

- **ACT** (atuar):

Depois de analisados os resultados, é necessário atuar sobre o plano executado, melhorando-o se necessário, ou promovendo uma melhoria dos processos.

2.5.3. **Standard Work**

A padronização dos processos, ou o termo em inglês *Standard Work*, é um dos aspetos mais importantes na filosofia *Lean Thinking*. De acordo com Thomaz, o trabalho normalizado corresponde à identificação da melhor forma de efetuar determinada tarefa ou processo. Contudo, para se conseguir normalizar o trabalho, devem-se elaborar normas de trabalho considerando as melhores formas de o executar (Thomaz, 2015).

Ainda segundo Thomaz (2015), a padronização ou normalização, consiste num modelo desenvolvido que deverá seguir o mesmo padrão e aplicado igualmente em todos os sistemas que utilizam as mesmas tarefas. Todos devem executar as tarefas da mesma maneira, seguindo a mesma sequência, os mesmos procedimentos, as mesmas operações e as mesmas ferramentas, mediante um manual ou instrução de trabalho respetivo. Esta ferramenta permite que todas as tarefas sejam executadas da mesma forma e que os respetivos operadores demorem o mesmo tempo para executá-las.

No manual de execução de tarefas devem constar rigorosamente todos os passos a seguir para que os trabalhadores saibam dar conta de todas as situações. Este procedimento está associado com diversas vantagens, sobretudo, a redução de desvios e custos, melhoria nas inspeções finais e o aumento da previsibilidade dos processos. (Thomaz, 2015)

Como se sabe um dos grandes objetivos da filosofia *Lean Thinking* é estabelecer a melhoria contínua, e os processos uniformizados, contribuem diretamente para essa melhoria contínua. Consequentemente, a uniformização e a formalização são contributos fundamentais para o sucesso seja alcançado (Pinto, 2014).

Diante disto, segundo Pinto (2014), através da aplicação deste conceito, consegue-se uma melhoria contínua mais eficaz, dos processos de manufatura, engenharia, gestão de negócios ou qualquer outro, pois é mais fácil avaliar e melhorar um conjunto de tarefas que estão sequencialmente distribuídas do que melhorar um conjunto de tarefas que são realizadas de forma aleatória.

O *Standard Work* possui três elementos básicos:

- Tempo de Ciclo: tempo necessário para que seja concluída cada etapa da produção;
- Sequência de produção: ordem, seguida ao mais ínfimo pormenor, com que cada operação é feita, para a realização de determinada tarefa.
- Nível WIP: quantidade máxima de stock que circula através das diversas operações, quando o processo está a decorrer em condições normais.

Com o objetivo de implementar o SW é preciso identificar e definir quais as melhores sequências de trabalho a executar. Após isto, documentam-se todas essas atividades para que proporcionem uma melhor forma de efetuar o trabalho. Finalmente, distribuem-se esses documentos pelos postos de trabalho adjacentes, e formam-se os colaboradores para efetuar as tarefas de acordo com o padrão definido como o mais eficaz e eficiente possível.

2.5.4. Kanban

De acordo com Costa (2016), o Kanban é um sistema de informação desenvolvido para organizar e controlar os processos interligados de uma organização, como a produção e a movimentação da matéria-prima dos processos produtivos. Esse termo vem do japonês, que significa “cartão”. Esse sistema de informação tem como finalidade eliminar elementos desnecessários, referentes à produção, gerando uma redução de custos para a empresa. Além

disso, a meta mais importante a ser alcançada com a implementação desse sistema é a redução de dois tipos de desperdícios: a sobreprodução e a espera.

O Kanban funciona como uma autorização para fazer ou mover algo de lugar. Sem essa ferramenta o *pull system* pode vir a sofrer ruptura de stock e ocasionar desperdícios de espera, que por vez chegarão ao cliente. Todavia, quando as quantidades de stock são controladas pelo kanbans, estas permitem um fornecimento contínuo aos clientes, a partir de uma disciplina de fabrico e de movimentação de materiais (Costa, 2016).

No sistema Kanban, o fluxo de operações é comandado pela linha de montagem final. A linha de montagem recebe o programa de produção e, à medida que ela vai consumindo as peças necessárias, vai autorizando aos centros de trabalho precedentes o fabrico de um novo lote de peças. Este comando para o fabrico de novas peças é realizado através de um cartão Kanban (Costa, 2016).

Ademais, segundo Costa (2016), este é um sistema de produção em pequenos lotes. No qual, cada lote é armazenado em recipientes padronizados, contendo um número definido de peças, e em cada container terá um cartão Kanban correspondente. Então esse container com as peças se movimentará pelos diversos centros de trabalho, as peças serão submetidas pelas operações dos processos, até chegarem à linha de montagem final em sua forma acabada/finalizada.

2.5.5. Heijunka

De acordo com Thomaz (2015), o Heijunka é um método Lean que tem como objetivo reduzir a desigualdade nos processos de produção e minimizar a possibilidade de sobrecarga. Essa palavra é originada da língua japonesa, que significa tornar suave, estabilizar ou nivelar, esse termo está associado ao conceito de nivelamento da produção que tem como objetivo um processo de manufatura estabilizado. Normalmente, este conceito é aplicado juntamente com outras ferramentas *Lean* da produção, como o Kanban ou Kaizen.

Para Thomaz (2015), o objetivo é eliminar processos críticos ou “gargalos” que, frequentemente, ocorrem em qualquer fluxo de produção. Para que isso aconteça de forma correta, ao invés de focar a produção em uma única encomenda e produzir todo o material de uma vez, as encomendas deverão ser intercaladas, e assim satisfazer a procura.

Sucintamente, a implementação do Heijunka permite as seguintes vantagens:

- ✓ Nívela a carga de trabalho;
- ✓ Facilita o fluxo contínuo da produção;
- ✓ Fornece um sistema visual que permite verificar se a produção está em sintonia com a procura;
- ✓ Sincroniza o sistema de fabrico com o mercado.

Entretanto, para que o Heijunka possa ser implementado na fábrica e possa atingir resultados ótimos, a mesma tem de estar estável e os processos de trabalho padronizados. Do mesmo modo, é necessário fazer do *takt time* o tempo de referência para todas as estações e células de trabalho. (Thomaz, 2015)

O Heijunka acompanha uma ferramenta muito usual de gestão visual, chamada de Heijunka Box ou quadro de nivelamento. De acordo com Thomaz (2015), O mesmo serve para fazer o nivelamento do tipo e da quantidade de produção durante um período definido e acomodar os Kanbans de transporte. Essa caixa tem uma forma semelhante a uma tabela, onde as linhas representam os tipos de produtos e as colunas o tempo de produção. Todavia, é possível aplicar diferentes disposições na caixa. A utilização dessa ferramenta permite o aumento da eficiência do processo, a redução dos desperdícios e custos.

2.5.6. 5W2H

“Elimine a causa e o efeito cessa”.

– Miguel de Cervantes

De acordo com Behr (2008), esta ferramenta é de simples aplicação e de fácil compreensão, ela possui uma ampla aplicação em diversas organizações e tem como finalidade gerenciar planos de ações, e facilitar o mapeamento e padronização de processos. Em suas palavras, eles definiram a ferramenta como “uma maneira de estruturar o pensamento de uma forma bem organizada e materializada antes de implantar alguma solução no negócio” (Behr et al. 2008).

O acrônimo dado à ferramenta (5W2H) se deve ao uso das iniciais das sete palavras em inglês descritas abaixo e às respectivas perguntas associadas que devem ser feitas e respondidas para a sua correta aplicação:

- *What* (o que precisa ser feito?)
- *Why* (por que precisa ser feito?)
- *Where* (onde deve ser feito?)

- *When* (quando precisa ser feito?)
- *Who* (quem será responsável?)
- *How* (como deve ser feito?)
- *How much* (quais são os custos associados ao processo?)

De forma resumida, o 5W2H é um plano estratégico no qual a empresa adotará medidas para responder às sete perguntas associadas a cada palavra, para que então o processo possa ser racionalizado e as melhorias possam ser implementadas.

3. Metodologia

“Se eu tivesse oito horas para cortar uma árvore, passaria as primeiras seis afiando o machado”. – Abraham Lincoln

Nesta seção serão apresentados os métodos selecionados e como foram utilizados no estudo de caso desenvolvido. Primeiramente será discutida a metodologia utilizada as ferramentas de planeamento, empregadas diretamente nos planos de obras. Em seguida, serão expostas a análise e o modo de implementação das ferramentas de controlo e gestão de processo na organização.

3.1. Implementação dos Métodos de Planeamento

“O planeamento é trazer o futuro para o presente, para que você possa fazer algo a respeito hoje.” – Alan Lakein

Para a implementação dos métodos de planeamento foi necessário recorrer à empresa em busca de registos de obras passadas. Como comentado na revisão bibliográfica, somente utilizando projetos passados é viável prever variáveis de projetos futuros de mesmo carácter. Conhecendo o processo construtivo e suas etapas é possível realizar o primeiro passo do estudo: a identificação das etapas do projeto. Para organizar graficamente a composição do mesmo utiliza-se o Diagrama de Rede ou Gráfico de Gantt.

Ilustrado na Figura 7, encontra-se o esquema adotado para esta metodologia. Na imagem é possível visualizar as esferas do Diagrama de rede e do Gráfico de Gantt, que são duas técnicas que darão suporte para o desenvolvimento das ferramentas de planeamento selecionadas, localizadas nas esferas abaixo.

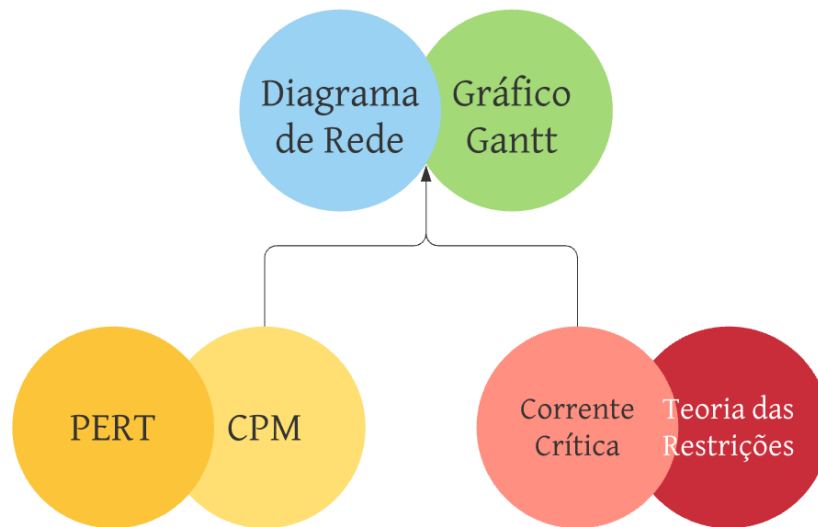


Figura 7: Metodologia de planeamento do projeto.

Utilizado em conjunto com o diagrama de rede, o gráfico de Gantt, como já abordado, é uma representação visual e escrita, que possibilita a visualização do plano de trabalho. Amplamente utilizado em processos construtivos, sua praticidade e didática justificam sua utilização. Sua apresentação simples e explícita permite a comunicação entre todas as partes do organograma: empresa, obra e cliente.

3.1.1. Método PERT/CPM

“Tudo o que temos de decidir é o que fazer com o tempo que nos é dado.”

– J. R. R. Tolkien

Neste momento será introduzido a metodologia empregada para se dimensionar um planeamento utilizando a técnica PERT/CPM. Relembrando as informações já expostas na revisão bibliográfica, o processo de implementação desta ferramenta pode ser resumido nos seguintes passos:

- ✓ Divisão das etapas do projeto, já obtida pelo diagrama rede;
- ✓ Identificação de Cedo e Tarde das atividades do processo;
- ✓ Determinação do caminho crítico;
- ✓ Acompanhamento do processo com o gráfico da Curva S.

A identificação de Cedo e Tarde das atividades foi determinada observando cada tarefa do cronograma inicial individualmente. O Cedo ou primeiro momento possível para se executar a atividade é obtido a partir da primeira tarefa em direção ao fim do projeto, somando a

duração de cada etapa seguinte até chegar na data mais cedo em que se pode realizar a última tarefa do cronograma. O Tarde é determinado de maneira idêntica, mas no sentido inverso. Começa da última tarefa até chegar na primeira, obtendo o mais tarde que cada uma pode começar sem que haja atraso na obra.

Após cada tarefa estar identificada com suas datas de cedo e tarde é realizável a determinação do caminho crítico. Observando as atividades e suas precedências é possível verificar que algumas apresentam o mesmo valor de Cedo e Tarde, isto significa que para estas não há folgas no cronograma. A rede que conecta estas tarefas então é chamada de caminho crítico, que tem prioridade no novo cronograma, pois qualquer anomalia que esta sofra gerará atraso na obra.

O acompanhamento do desempenho e da execução do projeto será realizado pelo Gráfico da Curva S. Este semelhante ao apresentado na revisão literária, guiará a curva de evolução de obra por três cenários gráficos: Otimista, Esperado e Pessimista. Um benefício obtido por este elemento será a comunicação entre estaleiro e empresa, expondo a real situação de cada projeto. Após a implementação de todos estes pontos será possível concluir qual o impacto esta ferramenta causa no modo de gestão atual.

3.1.2. Método da Corrente Crítica

De forma semelhante a metodologia desta ferramenta também está dividida em etapas de implementação. A fragmentação das etapas seja feita por diagramas de rede ou por gráfico Gantt, produzirá os resultados similares ainda que modo de visualização do método diferente. Após a divisão das etapas do projeto, tem-se as seguintes fases:

- ✓ Identificação da corrente crítica;
- ✓ Dimensionamento do Pulmão;
- ✓ Acompanhamento do processo com o gráfico de Avanço de Pulmão.

Ao analisar o diagrama de atividades da obra, verifica-se que a corrente crítica é idêntica ao caminho crítico, logicamente pois estes elos da corrente, ou sequência de tarefas, são os que exigem a maior atenção e demandas de recursos da organização. A partir deste trajeto será dimensionado a duração das tarefas e o tamanho do pulmão.

Identificando o prazo final do processo e as datas de Cedo de cada atividade da Corrente Crítica, é possível determinar a nova duração do cronograma e a existência de pulmões.

Comprimindo ao máximo a duração das tarefas, respeitando a capacidade produtiva, gera-se um planeamento mais enxuto, exigindo um alto desempenho e fomentando uma maior eficiência. Na lacuna deixada entre o antigo e novo prazo está localizado o pulmão, cujo consumo deve ser evitado, como é possível visualizar na Figura 8. O pulmão, como ilustrado na figura, é calculado pela diferença entre o antigo prazo (C1), cronograma original, e o novo prazo, do cronograma enxuto (C2).

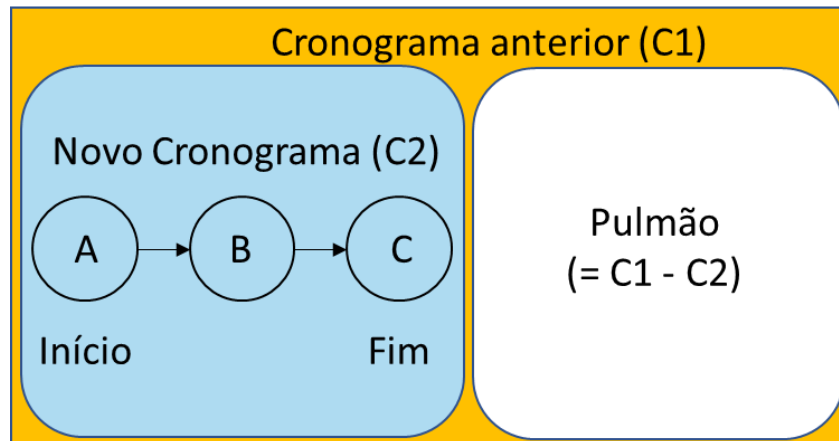


Figura 8: Exemplo de cronograma CCPM.

Nesta ferramenta o acompanhamento do processo é feito pelo Gráfico de Avanço de Pulmão. Neste será possível visualizar o progresso da obra, informando se o desempenho da execução está caminhando pelo cronograma enxuto ou pelo pulmão, assim como a sua projeção ao longo do período de trabalho.

3.2. Implementação das Ferramentas *Lean*

Nesta seção serão apresentados os métodos de melhoria de processos ou as chamadas ferramentas *Lean*, utilizadas no projeto da obra. Em referência ao TPS, cujas bases são caracterizadas pelo Kaizen, Heijunka e o Standard Work; foi realizada uma releitura para constituir a estrutura da metodologia pretendida. A Figura 9, ilustra esta filosofia adotada, onde o SW promove a estabilidade do sistema, enquanto os pilares de: Controle de produção, composto pelo Heijunka e Kanban; e Melhoria Contínua, liderado pelo Kaizen; fornecem sustentabilidade para que se possa atingir os objetivos da empresa, os quais são: maior qualidade das estruturas construídas, no menor tempo e custo para o cliente.

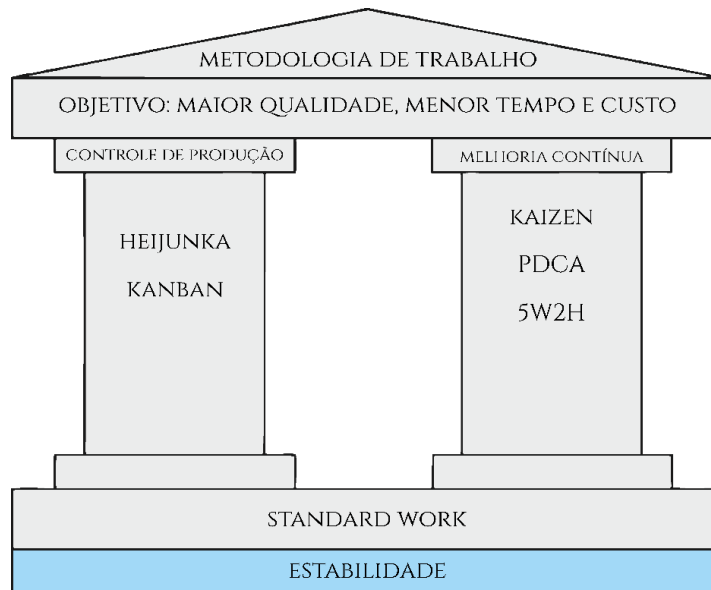


Figura 9: Estrutura da Metodologia

3.2.1. Standard Work

“Não existe controle sem padronização.”

– Joseph M. Juran

Na base da metodologia, a promover estabilidade à estrutura, está a Padronização do Trabalho ou Standard Work. Esta ferramenta, baseada na formação dos operadores e em Instruções de Trabalho, tem o objetivo de promover a invariabilidade ou padronização dos processos, como está ilustrado na Figura 10. Esta característica por consequência, promove o melhoramento da qualidade dos produtos e da eficiência dos métodos de trabalho. A sua implementação beneficia não apenas a organização ou empresa, mas principalmente o operador que já obtém de todas as informações necessárias para executar cada tarefa.

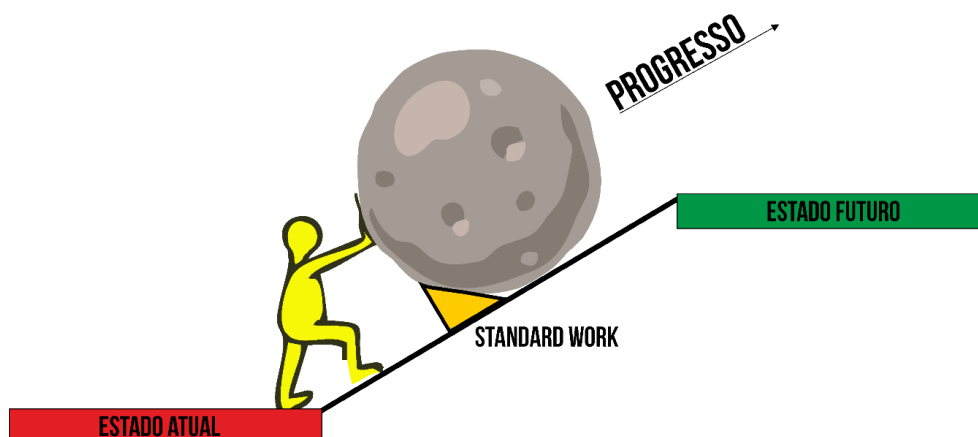


Figura 10: Standard Work e a preservação do progresso obtido.

Ainda que uma obra apresente bem maior complexidade de tarefas que uma linha de produção comum, até mesmo de outra natureza, este método contribui de forma massiva para o melhoramento das atividades. Embora não haja um grande número de operadores realizando as mesmas rotinas diariamente, ainda pode-se destacar no canteiro de obra as atividades que se repetem durante etapas da construção. Mapeando-as tem-se a padronização de todo o processo, agregando um valor muito grande à organização.

Desta forma, a implementação do SW justifica a sua contribuição para os ambos os pilares, seja para o controle da produção, reduzindo desperdícios e uniformizando a execução das tarefas feitas por qualquer funcionário; quanto para a melhoria contínua, contribuindo diretamente com o Kaizen, esta ferramenta atua na conservação das melhorias já obtidas para que estas não venham a regredir, como ilustrado na figura 10.

3.2.2. Pilar do Controlo de Produção

“A disciplina é a mãe do êxito.”

– Ésquilo.

Este pilar baseia-se nas ferramentas que têm por objetivo melhorar o controlo dos projetos, envolvendo os colaboradores e a empresa. Tendo em vista as vantagens da metodologia JIT, expostas na revisão bibliográfica, sua aplicação no estudo de caso deste trabalho será de maneira indireta. Além de estar presente no modo operacional interno, a sua principal contribuição neste projeto será associada ao Kanban, possibilitando a dinamização do processo, redução de stock e uma potencial redução de custos para a organização.

- Kanban

No primeiro pilar, responsável pelo controle de produção, está apresentada uma ferramenta bastante presente no ambiente fabril: os cartões ou etiquetas Kanbans. Este complemento do método JIT, diferentemente do cenário habitual, não será empregado numa fábrica ou linha de produção, mas em um processo construtivo que envolve uma obra civil e o armazém da empresa, conforme ilustrado na figura a seguir. Na Figura 11, pode-se destacar o cartão kanban na fase de retorno ao armazém de obra para o informar da necessidade de algum material. A empresa em sequência irá encaminhar a remessa ao local de trabalho, enquanto realiza o pedido e o recebimento de materiais, diretamente dos fornecedores.

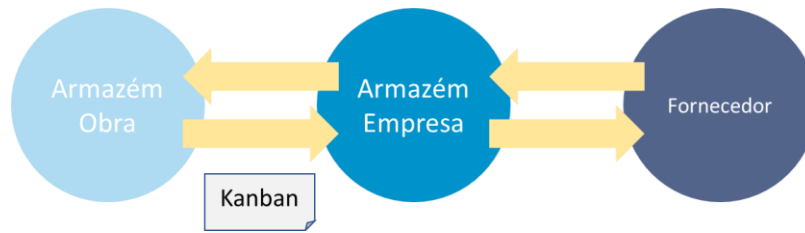


Figura 11: Ciclo do Kanban adaptado para o cenário de estudo.

Este método, será empregado no controle de materiais consumidos na obra. O monitoramento de materiais é necessário tanto o armazém da empresa quanto o da obra, visto que estes aprisionam componentes que são utilizados diariamente. Tendo em vista o bom funcionamento da construção, faz-se necessário o controle dos materiais em obra para que estes nunca falem. A implementação desta ferramenta, embora apresente-se de maneira simples, pode produzir ótimos resultados de maneira instantânea.

- Heijunka

“Com organização e tempo, acha-se o segredo de fazer tudo e bem feito.” – Pitágoras

Esta ferramenta possui grande importância para o planeamento de mão-de-obra pois atua em curto e longo prazo. Ainda que sua utilização seja correlacionada para balanceamentos de curtos prazos em linhas de produção, esta ferramenta também pode ser utilizada em calendários de longo prazo, visto que este método tem por objetivo o balanceamento não só da produção, mas também do recurso humano. Neste caso de estudo baseou-se nesta técnica para gerar evitar a sobrecarga de trabalho e algo semelhante como o Heijunka Box para auxiliar o planeamento diário.

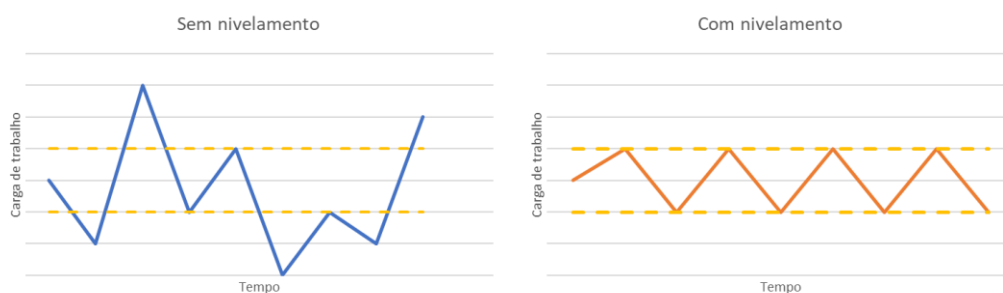


Figura 12: Exemplo de nivelamento de carga de trabalho.

Na Figura 12, é visível o método de atuação desta técnica solucionando o problema de superlocação de funcionários, isto é, a necessidade de haver mais operadores do que o existente para realizar atividades no mesmo período. O deslizamento de tarefas pelo

calendário da obra para que a necessidade de funcionários não ultrapasse o contingente disponível. Desta forma, o Heijunka se mostra um método polivalente pois atua e agrega valor tanto como ferramenta *Lean* como de planeamento de projeto.

Com estes dados, pode-se prever que a utilização do Heijunka proporcionará a otimização do cronograma da obra: antecipando ou postergando tarefas, desafogando esforços desnecessários e reduzindo a necessidade de mão-de-obra; objetivando a economia de tempo e recursos financeiros. Diferente de outras ferramentas, o resultado deste método pode ser mensurado já na conclusão do plano de trabalho: por dias ou euros poupados, por exemplo.

Para auxiliar a equipa de obra a se localizar nas atividades e metas diárias, dimensionou-se um plano obra, de maneira diária e semanal. Nesta segunda situação, será possível focar-se no período atual da obra, minimizando informações como duração total da etapa e possíveis distrações. Este plano de trabalho baseado no Heijunka Box será apresentado na próxima seção.

3.2.3. **Pilar da melhoria contínua**

“O aprendizado contínuo é o requisito mínimo para o sucesso em qualquer campo.”

– Brian Tracy

O segundo pilar da metodologia é caracterizado pela melhoria contínua. Sabe-se que a melhoria contínua, assim como as ferramentas de controle e planeamento, apresenta como grande valia e importância neste processo produtivo. Tendo isso em mente, decidiu-se aplicar esse pensamento de melhoria contínua nas ferramentas descritas a seguir. Este grupo é composto das ferramentas: Kaizen, Plan-Do-Check-Act e 5W2H. Estas, se baseiam em métodos de diagnóstico, medidas de prevenção e ações de correção.

Inicialmente, essas ferramentas irão descrever e permitir uma visualização do mapeamento inicial do cenário, como por exemplo o 5W2H, permitindo a detecção de causas dos problemas e possíveis melhorias. Entretanto, quando associadas ao Kaizen e o PDCA, estas permitirão que a melhoria se propague através do processo, continuamente.

- Kaizen

“Nada é particularmente difícil se você o dividir em pequenas partes.” – Henry Ford

Esta ferramenta, vastamente utilizada por indústrias por todo o globo foi a primeira a ser escolhida, devida a sua polivalência e reputação. O Kaizen, ainda que seja predominantemente encontrado nos ambientes fabris, tem valor e prestígio em ambientes de construção, visto que a busca da melhoria contínua por excelência e o combate aos desperdícios são bases da gestão *Lean*, seja qual cenário que estiver sendo aplicada. Todavia, o “mudar” para “melhor” não é apenas uma filosofia, mas contém um método consciente.

O Ciclo Kaizen apresenta características e recorda outras ferramentas como SW e PDCA. Isto pode ser visualizado no seu fluxograma, como ilustrado na Figura 13, a seguir.

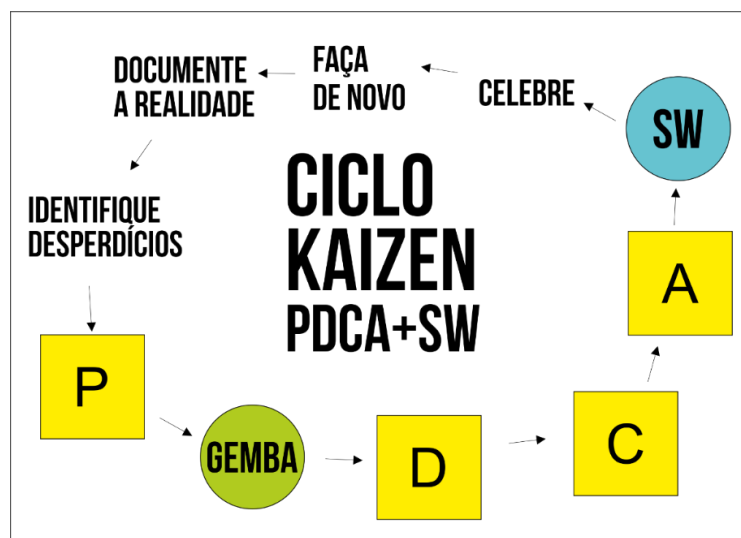


Figura 13: Ciclo Kaizen englobando as ferramentas Standard Work, PDCA e Gemba.

Este ciclo tem início de maneira semelhante ao PDCA: observar desperdícios, planejar ações, fazer mudanças; porém com a particularidade do Gemba ou Gemba Walk, que em outras palavras significa ir ao local de trabalho e observar a realidade, que no caso de estudo é o canteiro de obra. Outra característica é a padronização das mudanças antes da documentação e o reinício do ciclo.

Desta forma é possível implementar na construção esta mesma cultura. Em conjunto, os funcionários, sejam da obra quanto da sede da empresa, podem desempenhar seus respectivos papéis no ciclo. O resultado do ciclo Kaizen é esperado a longo prazo, tendo em vista que é preciso executar todas as etapas de forma consistente. Porém é previsto que, para

futuras obras executadas pela mesma equipe, os frutos sejam colhidos em forma de qualidade e eliminação de erros e desperdícios.

- *Plan-Do-Check-Act* e 5W2H

Introduzido no Kaizen, o PDCA é uma ferramenta que ilustra perfeitamente em poucos passos o processo de melhoria contínua. Esta ferramenta em conjunto, dividida em quatro etapas, em conjunto com o 5W2H, permitiram a elaboração de um método de investigação, em busca do melhoramento interno da organização. Como já citado anteriormente na revisão bibliográfica, as letras do PDCA significam, respectivamente, Planear, Fazer, Verificar e Agir. Abaixo, está comentado como cada etapa foi abordada neste trabalho.

- ✓ Planear – Quais problemas foram identificados?

O objetivo desta etapa foi identificar os problemas através de algumas técnicas de deteção da causa raiz do problema, o que possibilitou a utilização da ferramenta 5W2H. A partir do momento que se conheceu as causas do problema, parte-se para a elaboração de mudanças que reduzam a sua influência ou até o eliminem por completo.

- ✓ Fazer – O que foi feito para solucioná-los?

Após o processo de identificação dos problemas e desenvolvimento de um planeamento para solucioná-los, deve-se dar partida ao que foi proposto inicialmente.

- ✓ Verificar – Que efeitos as mudanças causaram?

Nesta etapa, avaliou-se os resultados obtidos com as ações implementadas e comparou-os com as metas traçadas inicialmente.

- ✓ Agir – São boas ou ruins?

Se as mudanças aplicadas geraram bons resultados, as mesmas devem ser mantidas, senão será necessário ir em busca de outras respostas para os problemas ou até mesmo repetir todo o ciclo PDCA.

4. Resultados e Análise

Nesta secção serão apresentados os dados obtidos durante o período de pesquisa na empresa acolhedora, assim como o resultado do emprego das ferramentas de gestão e planeamento, seleccionados anteriormente. Primeiramente, serão expostos os dados referentes ao cronograma de obras e discutido o estudo realizado sobre os mesmos. Posteriormente, serão propostas mudanças qualitativas, referentes às ferramentas de gestão, objetivando a melhoria contínua do trabalho em obra.

4.1. Estudo de caso

Em busca de aproveitar o máximo desta pesquisa, foi discutido em associação com a empresa, qual seria o melhor cenário a ser trabalhado. A organização, por sua vez, entendeu que esta era uma ótima oportunidade para analisar e otimizar o seu desempenho na execução de obras de complexos de engorda de suínos. Disponibilizou-se então o acesso à documentos de obras já finalizadas e o acompanhamento e consulta de obras atuais. Estes documentos estão localizados nos Anexos deste trabalho.

4.1.1. Descrição da obra

Um complexo de engorda de suínos é baseado em uma série de pavilhões de engorda englobados por infraestruturas de apoio aos mesmos. Estes abrigos, que serão a morada dos suínos durante toda fase de crescimento ou engorda até a época do abate, podem ser divididos em habitações independentes, como ilustrado na Figura 14, a seguir, e nos Anexos A e B. Estes, por sua vez têm o seu interior dividido em parques, equipados sistema de alimentação e hidratação; para melhor organização e também para conforto aos animais.

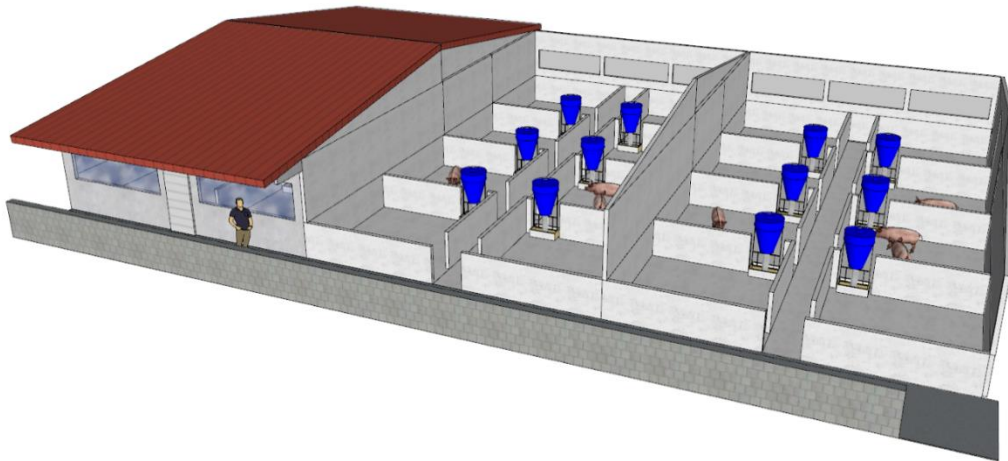


Figura 14: Exemplo de divisão e interior de um pavilhão de engorda.

Os sistemas periféricos aos pavilhões, ou sistemas de suporte, garantem o funcionamento do complexo. Estes sistemas presentes, comentados abaixo, que estão ilustrados na Figura 15 e mais claramente no Anexo A, são:

- Entrada social e balneário: possibilita o acesso de colaboradores de forma adequada ao centro;
- Cais de embarque e mangas de acesso: possibilita o embarque e desembarque de animais ao complexo;
- Sistemas de alimentação e hidratação: silos, ramais, poços, tubulações, comedouros, bebedouros e outros componentes que possibilitam o abastecimento de todas as habitações;
- Sistemas de ventilação;
- Enfermaria;
- Sistemas de escoamento de resíduo.

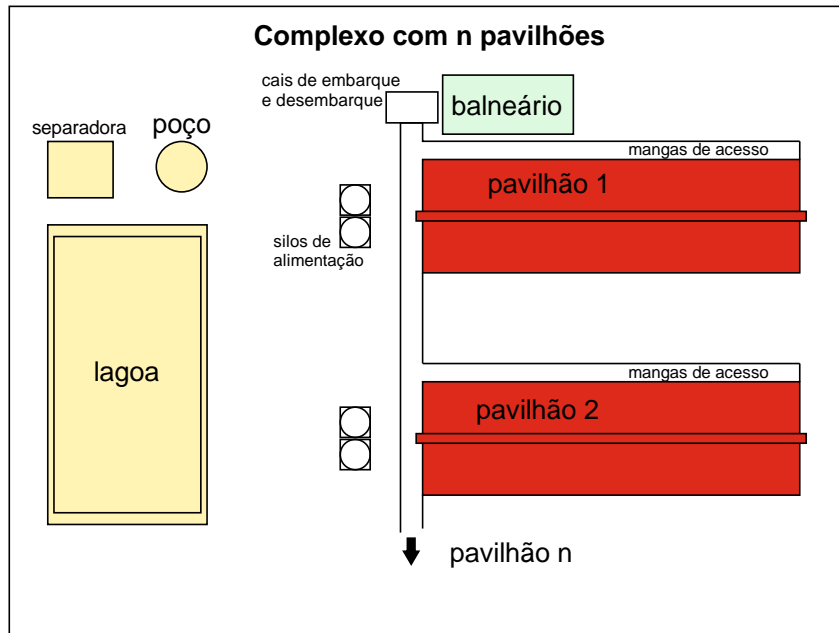


Figura 15: Exemplo de um complexo de engorda de suínos.

Esta imagem ilustra claramente a presença dos sistemas de apoio ou estruturas comuns independentemente do número ou característica do pavilhão de engorda. A seguir, serão apresentados registos de pavilhões e estruturas comuns, presentes em locais de obra da empresa acolhedora.



Figura 16: Pavilhão de engorda construído, antes da instalação das mangas de acesso.

Na Figura 16, pôde-se registar a conclusão de um pavilhão, porém anterior à instalação da manga de acesso, instalações elétricas e sistema de ventilação. Já na Figura 17, tem-se um

registo no fim da obra, a imagem mostra a faces frontais e traseiras da construção. Nesta imagem pode-se visualizar as etapas mencionadas já concluídas.



Figura 17: Pavilhões de engorda, obra executada pela empresa.

Na parte frontal do complexo de engorda, depara-se com a entrada social, contendo os balneários dos colaboradores; e o cais de embarque e desembarque de suínos, ligado às mangas de acesso à cada habitação. Na figura 18, posicionada abaixo, estão expostos registos de ambos, obtidos durante as obras.



Figura 18: Entrada social e cais de embarque e desembarque de suínos.

Na Figura 19, pode-se verificar o caso de um pavilhão dividido por salas ou habitações. Este pavilhão, por exemplo, é composto por sete salas contendo oito parques ou baias em cada, somando 56 baias por pavilhão. Na altura em que o registo foi feito, a sala já estava totalmente equipada, com comedouro e bebedouro conectados a seus devidos sistemas de alimentação.



Figura 19: Parques de engorda, construídos e equipados pela empresa.

4.1.2. Divisão da obra

Como base de cálculos utilizou-se o cronograma planeado e realizado de uma obra já concluída pela empresa. A obra executada um complexo composto por três pavilhões com dimensões de 60,35m x 12,50m. Este complexo, semelhante ao projeto apresentado no Anexo A, pode ter suas etapas ou atividades divididas e classificadas como atividades referentes a construção dos pavilhões e das áreas comuns, como está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Divisão de atividades da obra.

Construção de Pavilhão
Sapatas e pilares
Painéis de fachada com isolamento
Empenas
Painéis de janela
Vigas e seletes
Painéis H95
Asnas
Cobertura
Teto falso
Cais de carga e mangas
Divisória das salas em PVC
Comedouros
Sistema de alimentação
Ramais de água
Lanternim regulável
Janelas
Instalação elétrica
Infraestruturas comuns
Balneário pré-fabricado
Depósito de água 308000 Lts
Quadro geral da exploração
Rodilúvio em betão com arco de desinfeção
Plataformas para implantação dos pav. e 1 lagoa
Caminho com cerca de 300m
Plataforma e separadora
Vedação da zona limpa no perímetro obrigatório
Ramal em tubo PVC 3"
Poço

4.2. Controlo e Gestão da Obra

“Com sabedoria se constrói a casa, e com discernimento ela se consolida.” (Provérbios 24, 3)

Esta etapa, onde serão apresentados os resultados referentes à gestão e planeamento da obra, está dividida em dois momentos. Primeiramente, será exposto o cronograma planeado pela empresa para a realização da obra assim como o cronograma real, isto é, como realmente o processo ocorreu e comparação dos mesmos.

No segundo momento, serão apresentados os resultados referentes às aplicações das ferramentas seleccionadas, mencionadas na metodologia: o método da Corrente Crítica e o método PERT/CPM. Em conclusão, todos os dados estão comparados para se verificar qual o método mais adequado para o comportamento de futuras obras da empresa.

4.2.1. Cronograma inicial do processo

Baseando-se no cronograma idealizado pela empresa, este apresentado em parte no Anexo C, pôde-se separar as atividades por pavilhão e organizá-lo em diagramas de rede para melhor entendimento. Em referência a cada etapa produziu-se tabelas e diagramas, que serão expostos a seguir. Utilizando um método de diagrama de redes ancorado nas semanas de trabalho, traduziu-se a tabela em uma visualização mais simples, onde são visíveis não somente as atividades e a semana em que estas tiveram início, mas também as respetivas hierarquias entre as atividades.

Na Tabela 2, estão relacionadas as atividades que agregam valor para o processo de construção do pavilhão 1. Deve-se destacar o código de ordem alfabética para facilitar a visualização no diagrama; em que semana do ano seria a atividade realizada e a duração das mesmas.

Tabela 2: Cronograma inicialmente planeado para o pavilhão 1.

#	Atividade	Semana do ano	Duração em Semanas
A	Sapatas e pilares - pav. 1	41	1
B	Painéis de fachada com isolamento - pav. 1	43	2
C	Empenas - pav. 1	44	1
D	Painéis de janela - pav. 1	46	1
E	Vigas e seletes - pav. 1	46	2
F	Painéis H95 - pav. 1	47	1
G	Asnas - pav. 1	48	1
H	Cobertura - pav. 1	49	1
I	Teto falso - pav. 1	51	1
J	Cais de carga e mangas - pav. 1	1	1
K	Divisória das salas em PVC - pav. 1	1	1
L	Comedores - pav. 1	1	1
M	Sistema de alimentação - pav. 1	1	1
N	Ramais de água - pav. 1	1	1
O	Lanternim regulável - pav. 1	1	1
P	Janelas - pav. 1	2	1
Q	Instalação elétrica - pav. 1	4	1

No diagrama do primeiro pavilhão, apresentado pela Figura 20, destaca-se o início das atividades na semana 41 e término na semana 4, totalizando 14 semanas.

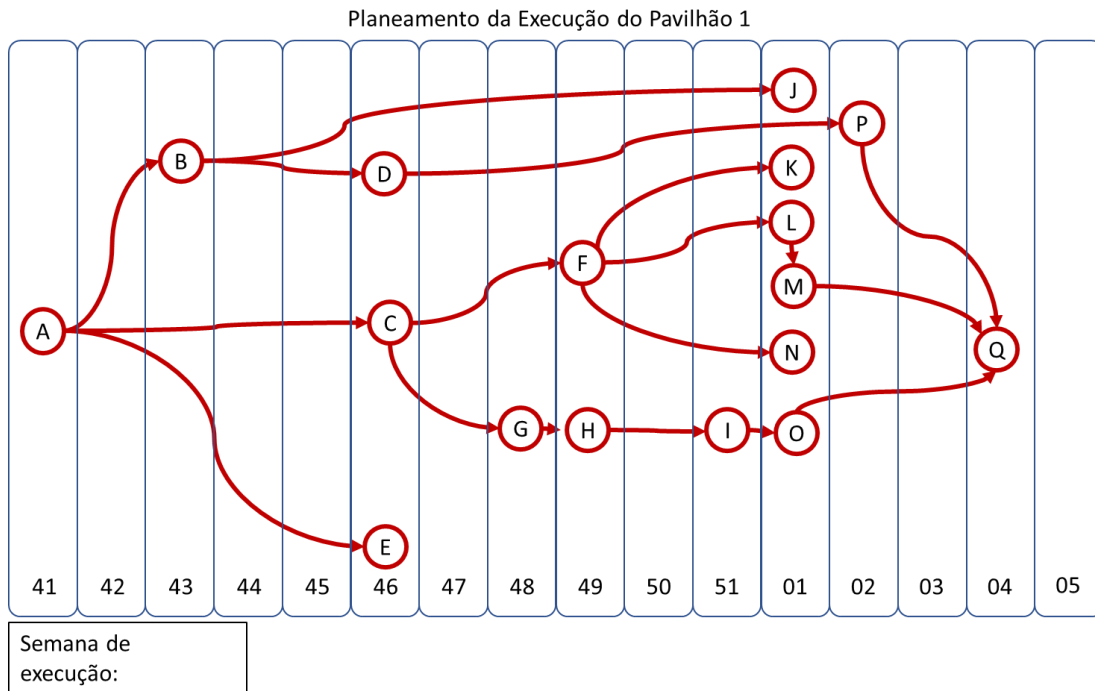


Figura 20: Diagrama de rede do plano de execução do pavilhão 1.

A Tabela 3, semelhante a tabela anterior, relaciona as atividades que agregam valor para o processo de construção, esta logicamente, do pavilhão 2. Para melhor organização, manteve-se o mesmo código de letras para as respectivas atividades.

Tabela 3: Cronograma inicialmente planeado para o pavilhão 2.

#	Atividade	Semana do ano	Duração em Semanas
A	Sapatas e pilares - pav. 2	41	1
B	Painéis de fachada com isolamento - pav. 2	44	2
C	Empenas - pav. 2	46	1
G	Asnas - pav. 2	48	1
D	Painéis de janela - pav. 2	48	2
E	Vigas e seletes - pav. 2	48	1
F	Painéis H95 - pav. 2	49	1
H	Cobertura - pav. 2	50	1
J	Cais de carga e mangas - pav. 2	1	1
K	Divisória das salas em PVC - pav. 2	2	1
L	Comedores - pav. 2	2	1
I	Teto falso - pav. 2	2	1
M	Sistema de alimentação - pav. 2	3	1
N	Ramais de água - pav. 2	3	1
P	Janelas - pav. 2	4	1
O	Lanternim regulável - pav. 2	4	1
Q	Instalação elétrica - pav. 2	4	1

O diagrama do segundo pavilhão, na Figura 21, semelhante ao primeiro, tem seu início de atividades na semana 41 e término na semana 4, totalizando 14 semanas; apenas a disposição de algumas atividades variam no decorrer do calendário.

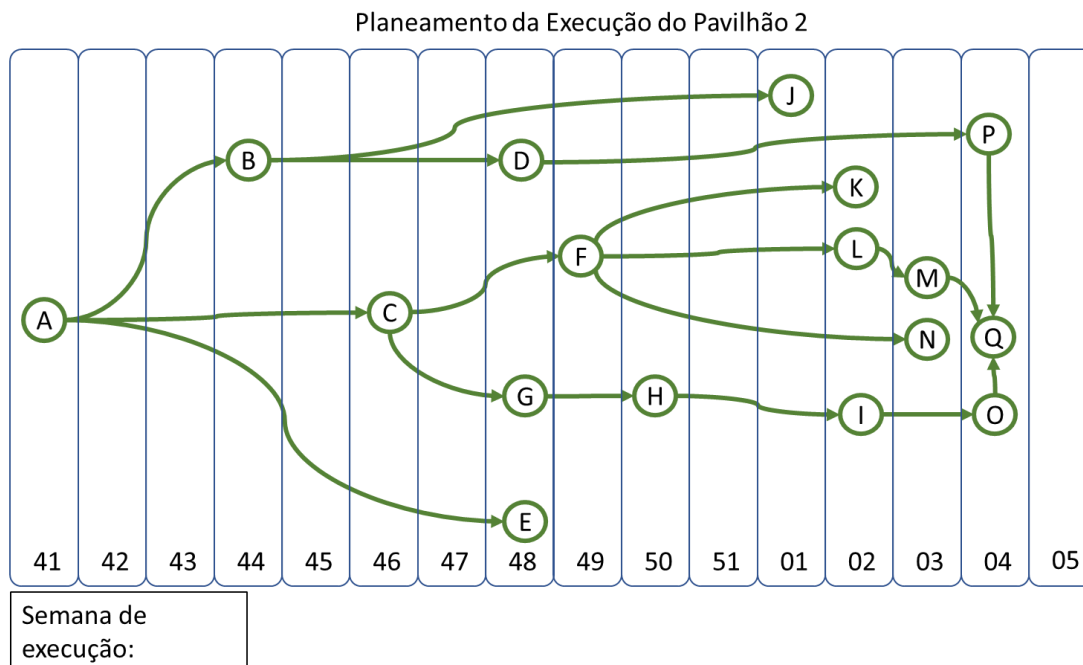


Figura 21: Diagrama de rede do plano de execução do pavilhão 2.

Semelhante as tabelas anteriores, a Tabela 4 relaciona as atividades que agregam valor para o processo de construção do terceiro pavilhão.

Tabela 4: Cronograma inicialmente planeado para o pavilhão 3.

#	Atividade	Semana do ano	Duração em Semanas
A	Sapatas e pilares - pav. 3	42	1
B	Painéis de fachada com isolamento - pav. 3	46	2
C	Empenas - pav. 3	48	1
E	Vigas e seletes - pav. 3	49	1
G	Asnas - pav. 3	50	2
D	Painéis de janela - pav. 3	50	1
F	Painéis H95 - pav. 3	50	1
H	Cobertura - pav. 3	51	1
J	Cais de carga e mangas - pav. 3	2	1
K	Divisória das salas em PVC - pav. 3	2	1
L	Comedores - pav. 3	3	1
I	Teto falso - pav. 3	3	1
N	Ramais de água - pav. 3	4	1
M	Sistema de alimentação - pav. 3	4	1
O	Lanternim regulável - pav. 3	5	1
Q	Instalação elétrica - pav. 3	5	1
P	Janelas - pav. 3	5	1

Para respeitar a capacidade produtiva da empresa, este cronograma, diferente dos anteriores, tem seu início na semana 42 e possui término apenas na semana 5, mantendo sua duração de 14 semanas; como ilustrado na Figura 22.

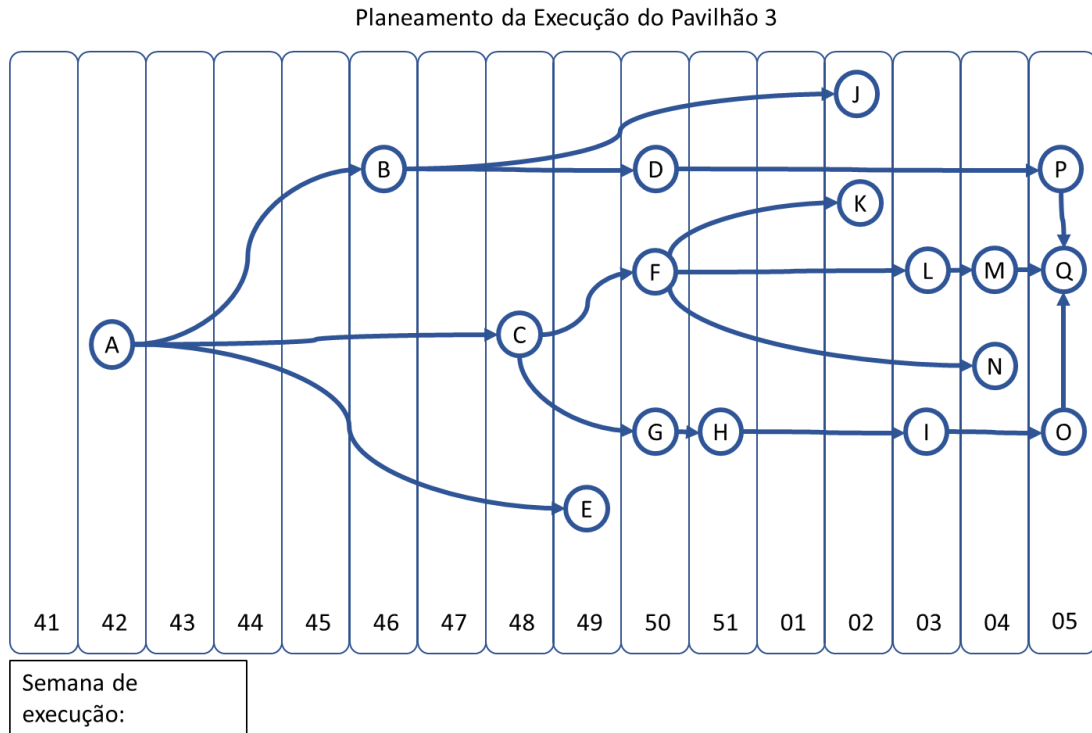


Figura 22: Diagrama de rede do plano de execução do pavilhão 3.

As atividades referentes à construção das áreas comuns encontram-se reunidas na tabela 5, abaixo. Destaca-se a carga de trabalho, em dias x homens, necessária para a realização das mesmas.

Tabela 5: Divisão de atividades das áreas comuns e sua carga de trabalho.

Atividade	Dias x Homens
Balneário pré-fabricado	51
Depósito de água 308000 Lts	0
Quadro geral da exploração	0
Rodilúvio em betão com arco de desinfecção	2
Plataformas para implantação dos pav. e 1 lagoa	8
Caminho com cerca de 300m	9
Plataforma e separadora	10
Vedação da zona limpa no perímetro obrigatório	16
Ramal em tubo PVC 3"	17
Poço	19
Total	132

4.2.2. Dimensionamento da carga de trabalho

Tendo em vista a divisão do trabalho, no cronograma inicial ou planeado pela empresa, pôde-se simplificar, como ilustrado na Figura 23, o total da carga de trabalho total da construção do complexo, utilizando a unidade dias x homens.

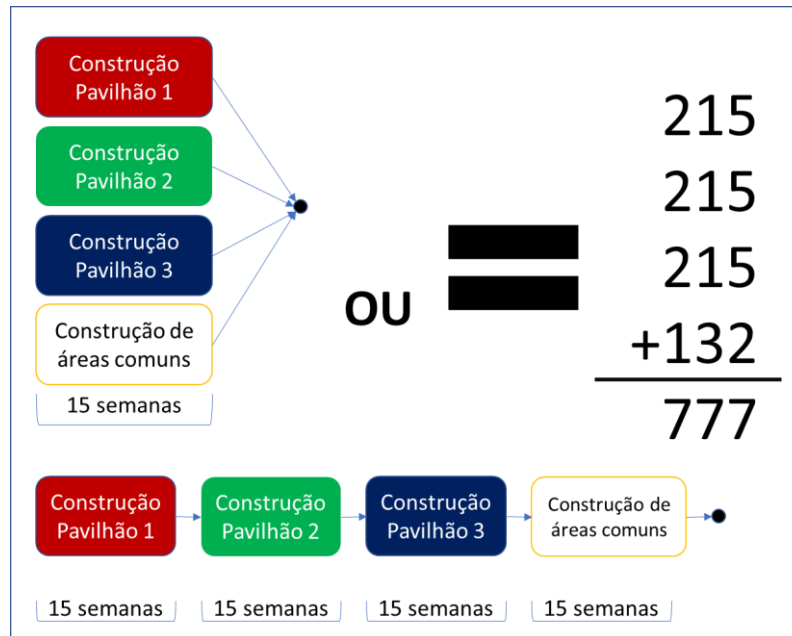


Figura 23: Resumo da carga de trabalho exigida.

Obteve-se, segundo o cronograma base localizado no Anexo C, a carga de trabalho referente a cada pavilhão: 215 dias x homens (d.H). Multiplicando esta taxa pelo número de pavilhões envolvidos e somando o resultado com a carga de trabalho das infraestruturas comuns, tem-se o valor de 777 dias por homem. Este, por sua vez, possibilita o dimensionamento de novos cronogramas baseados no prazo de entrega desejado, como será apresentado a seguir.

Nas representações abaixo, Figura 24 e Tabela 6, estão apresentadas flutuações ou variações entre o número de semanas de trabalho desejado e a carga de trabalho necessária para que isto aconteça. Este dimensionamento foi realizado utilizando quatro dias de trabalho por semana, seguindo a rotina operacional da empresa. Na figura, tem-se duas curvas: a azul refere-se a carga de trabalho total, pavilhões e áreas comuns; já a laranja, simboliza a carga de trabalho exigida por cada pavilhão, apenas.

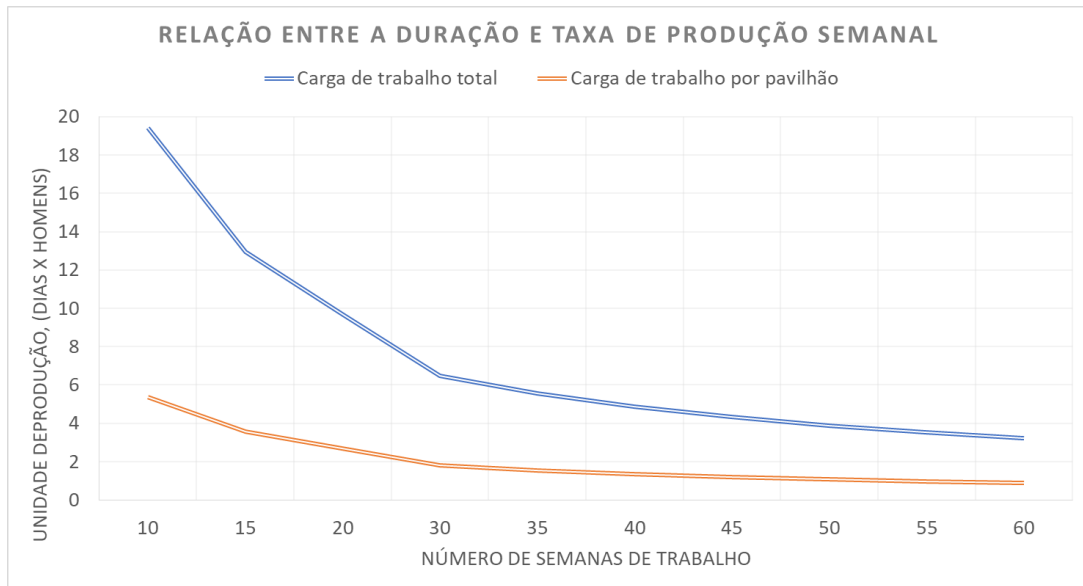


Figura 24: Relação entre a duração e a carga de trabalho semanal.

Na tabela que relaciona o prazo e taxa de trabalho requerida, pode-se destacar o período de quantidades de semanas. Por exemplo, para a entrega de uma obra de três pavilhões, em incríveis 10 semanas, seria necessária a uma quantidade superior a 19 homens por dia para que isto seja realizável. Assim como para a entrega em 60 semanas, para a mesmo projeto, demandaria uma média de apenas 3,2 homens por dia.

Tabela 6: Relação entre o prazo da obra a carga de trabalho requerida.

Quantidade de semanas	dias.H /pav	dias.H total
		215
10	5,4	19,4
15	3,6	13,0
20	2,7	9,7
30	1,8	6,5
35	1,5	5,6
40	1,3	4,9
45	1,2	4,3
50	1,1	3,9
55	1,0	3,5
60	0,9	3,2

Utilizando os cálculos acima, baseados no cronograma base, e separando as suas etapas em blocos. Desta forma, pode-se esboçar diferentes cenários como: o pessimista e o otimista; podendo-se também encará-los como não-urgente e urgente. Nas figuras a seguir, pôde-se ilustrar de maneira simples estes dois cenários: o primeiro, com as etapas em série,

simbolizando o cronograma mais lento; e o segundo, correspondendo ao cronograma mais enxuto, com as etapas em paralelo, ocorrendo ao mesmo tempo.

Média de produção semanal = 3,2 dias x homens

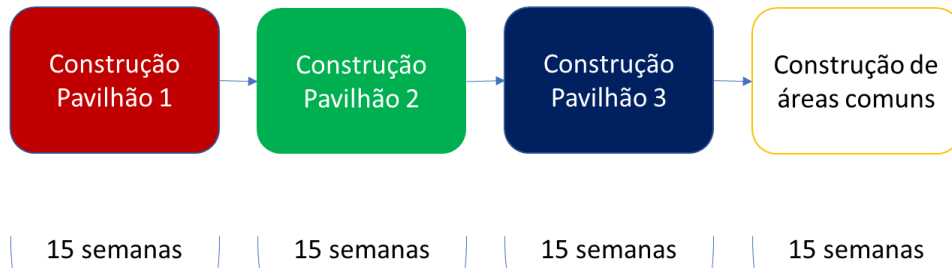


Figura 25: Média da taxa de trabalho semanal para um prazo de 60 semanas.

Na Figura 25, onde o projeto seria realizado em 60 semanas, tem-se uma média de produção semanal de 3,2 dias x homens. Enquanto na Figura 26, onde seriam construídas todas as etapas de maneira paralelas, sem comprometer o desempenho algum, seriam necessárias uma média de semanas de 13 dias x homens. Nesta simulação manteve-se em ambos os cenários o período de 15 semanas para cada etapa, seguindo o cronograma inicial que dimensionava o mesmo período para a construção de cada pavilhão.

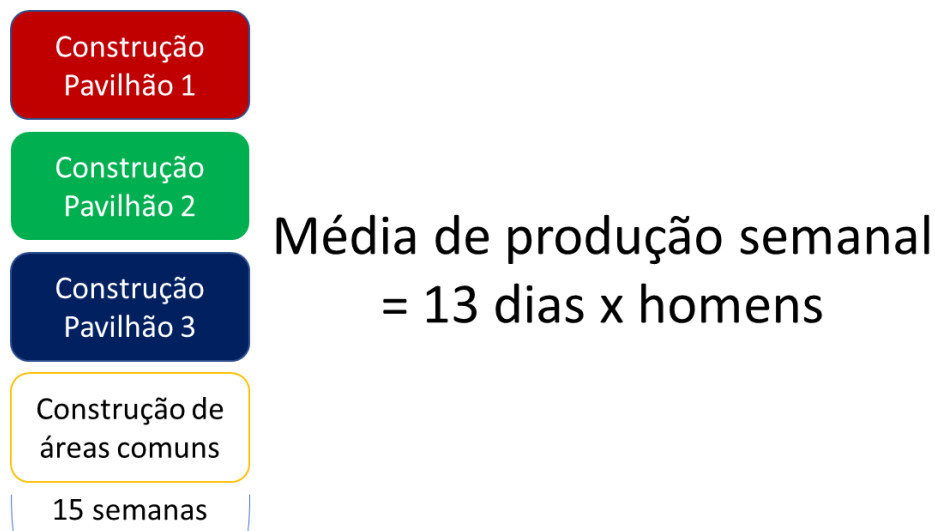


Figura 26: Média da taxa de trabalho para um prazo de 15 semanas.

Em conclusão a este dimensionamento, obteve-se, utilizando o gráfico e a tabela, o total requerido para a execução da obra em geral e de cada etapa, assim como a flutuação entre taxa de trabalho e o prazo desejado para a conclusão do projeto. Todavia, os cenários esboçados nos diagramas de blocos destacam e reforçam os cronogramas de obra ou os

planos de execução podem ser limitados ou encaixados entre os períodos de 15 e 60 semanas, dependendo da disponibilidade de recursos e a urgência do contrato.

Contudo, com o auxílio do Anexo C, é possível constatar a opção da empresa pela concentração de atenção na formação dos pavilhões, primeiramente e de forma paralela; em detrimento da construção das áreas comuns, conforme ilustrado na Figura 27. De modo que o prazo determinado foi de 33 semanas, exigindo uma média de 6 dias x homens.

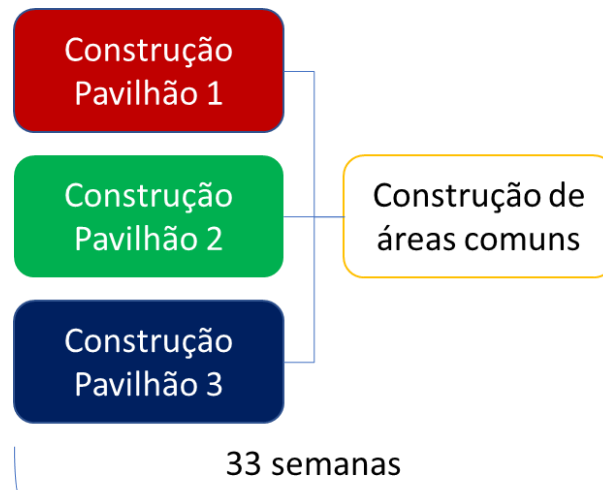


Figura 27: Divisão das etapas da obra.

4.2.3. Comparação entre o cronograma planeado e o executado

“O que não se espera acontece com mais frequência do que o que se espera.”

– Tito Plauto

Tendo em mãos o relatório real, elaborado após a execução da obra, pôde-se comparar o cenário planeado com o que realmente ocorreu. Utilizando o cronograma real da obra, fornecido pela empresa, é possível verificar o se o prazo inicial foi respeitado, a média semanal da taxa de trabalho e as causas de possíveis atrasos. A comparação entre duas situações será exposta a seguir por meio de gráficos e tabelas.

- Desempenho real da obra

A tabela 7, a seguir, detalha o desempenho real na construção de cada pavilhão. Os valores da carga de trabalho de cada atividade, em dias x homens, estão no totalizados na parte inferior. Em comparação com a média planeada da taxa de trabalho para cada pavilhão, pode-se destacar um maior esforço para cumprir a etapa do primeiro pavilhão. Todavia houve uma

queda nos pavilhões seguintes, sendo realizados com uma carga de trabalho abaixo da esperada.

Tabela 7: Desempenho real da construção de cada pavilhão.

Atividade	dias x homens		
	Pav 1	Pav 2	Pav 3
Sapatas e pilares	19,2	7	6
Asna pré-fabricada 12,30m	1,95	0,9	0
Painel de fachada com isolamento	15,7	16,9	18
Painel de fachada com janela	8	2	1
Empenas	12	4	0
Cobertura incluindo vigas I16	21	20,5	8
Cais de carga e mangas de acesso	8,3	7,3	8,3
Bacia estanque			
Fundo em betão	41	12	5
Piso em seletes inc. vigas	46,8	45	62,5
Caixa pré-fabricada com comporta individual	15	0	0
Ramal de esgoto	18	0	0
Portas			
Portas de serviço - PVC/vidro	0	0	0
Divisão das salas em PVC	9	4	7,5
40 parques de engorda			
Divisórias em painel H95	2	8	11
Portas dos parques	3	2	2
Sistema de alimentação automática			
Silos em fibra 20m3	2	0	3
Comedouros tube-o-mate	0	3	3
Linhas sem fim de 75mm	5	2	9
Sistema de abeberamento			
Bebedouros concha inc. descidas	1	4	0
Ramal em tubo de alta densidade 32mm	7,5	10	4
Sistema para medicação da água	1	0	0
Sistema de Zootecnia de Precisão			
Motor de janelas CA2500	9	0	2
Módulos de refrigeração	3	5	4
Janelas em policarbonato com 150x105m	12	2	9
Teto falso em painel de poliuretano 30mm	32	12	20
Lanternim regulável	1	0	3
Instalação elétrica			
Quadro elétrico	13	0	16
Iluminação interior	0	1	0
Projetores junto aos cais de embarque	2	0	1
Tomadas de serviço	0	0	1
Total	309	169	204

A tabela 8, em sequência aos dados calculados na figura anterior, compara a performance esperada com o real. Ultrapassando a taxa de trabalho esperada por 39,8 d.H, o comportamento da carga de trabalho real teve seu aumento principalmente devido ao pavilhão 1.

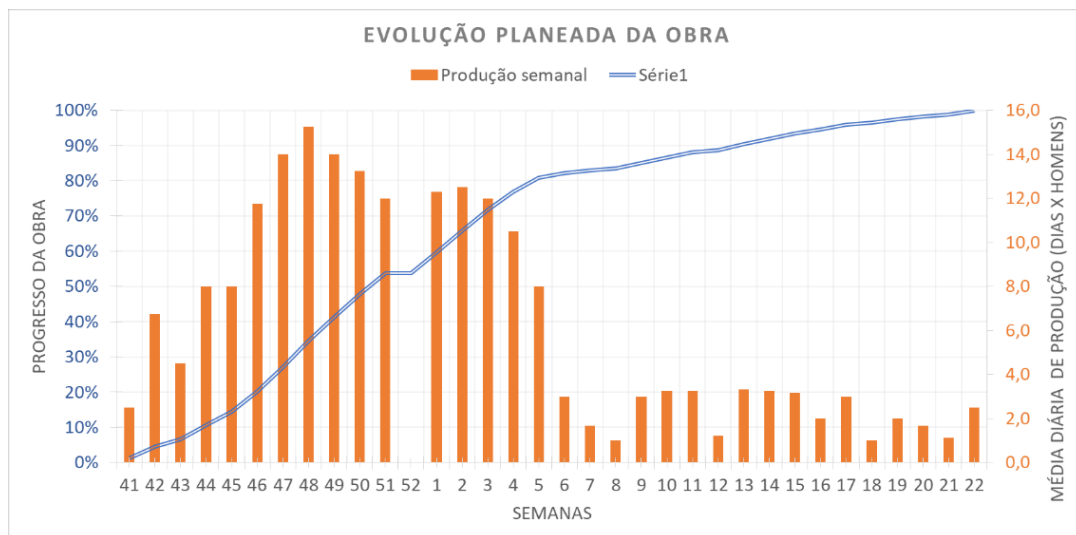
Tabela 8: Comparação entre o desempenho real e o planeado.

Divisões do Projeto	Plano	Real	Unidade
Total	777	816,8	dias x homens
Pavilhões	645	682,5	
Infraestruturas comuns	132	134,4	

Todavia, estes desempenhos, não refletem diretamente no tempo de execução. Isto é, uma alta taxa de trabalho sozinha não é capaz de determinar a eficiência de um planeamento. Atentando para o facto que este esforço pôde ter sido empregado para se cumprir um prazo, situação ocasionada pela Síndrome do Estudante. A análise dos gráficos e do tempo do tempo de execução torna-se imprescindível a fim de que possa constatar a eficiência, o cumprimento do prazo e a relação entre a carga de trabalho e o tempo de obra.

- Evolução planeada da obra

A Figura 28, da evolução esperada ou planeada da obra, apresenta dois eixos verticais representando o progresso da obra e a produção semanal em dias x homens. Destaca-se a carga máxima na semana 48, com aproximadamente 15,3 d.H, e a grande queda da carga de trabalho requerida após a semana 5, devido ao término da construção dos abrigos de engorda. Este comportamento evidencia graficamente o facto de a construção das quatro etapas não terem ocorrido paralelamente, como mencionado anteriormente.

**Figura 28: Evolução planeada da obra e a taxa de trabalho semanal.**

- Evolução real da obra

Já na Figura 29, tem-se um gráfico semelhante, porém, referente à evolução real da obra. Destaca-se um aumento bastante elevado no tempo de execução terminando apenas na

semana 48, a taxa de trabalho mais elevada na semana 26, inferior a 10 d.H. Além disto, ressalta-se a presença de semanas disponíveis, mas que não houve produção, salvo as semanas: 52, correspondente às festividades de fim de ano; e o período de férias coletivas entre as semanas 33 a 35.

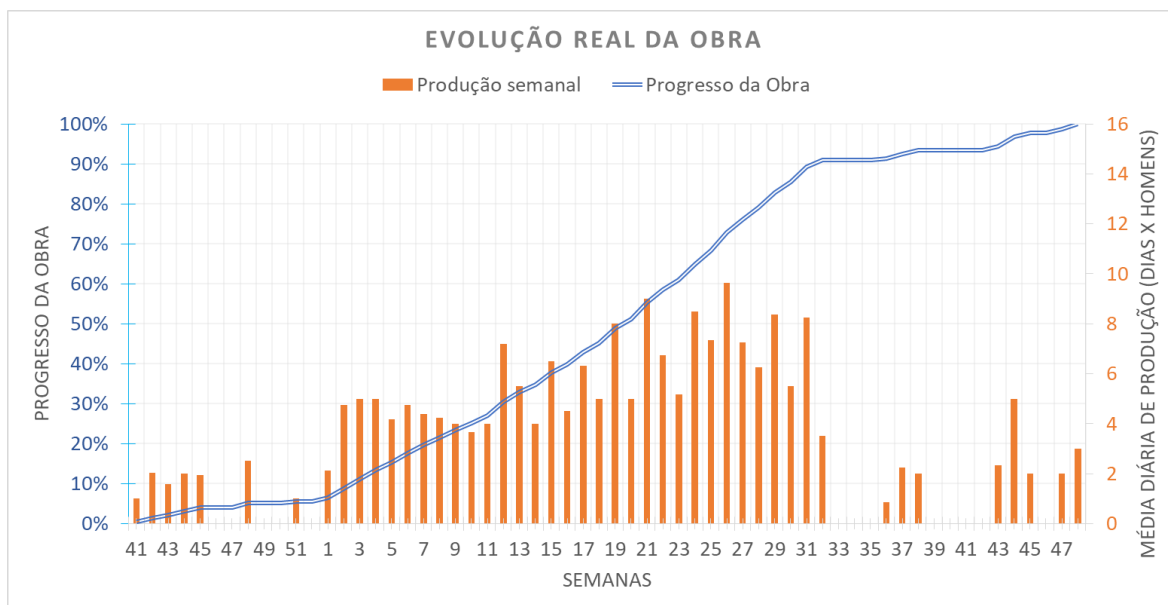


Figura 29: Evolução real da obra e a taxa de trabalho semanal.

- Comparação entre a duração dos cronogramas planeado e real

Na Figura 30 está apresentada, de forma simples, a comparação entre a duração e o progresso da obra real comparada ao esperado. Segundo o planeamento inicial, a obra começaria na semana 41 de 2018 e terminaria na semana 22 do ano de 2019. Contudo, o que ocorreu foi o término do projeto sendo cumprido na semana 48, resultando em 56 semanas trabalhadas. Esta performance retrata uma média de 4,8 dias x homens, bem superior aos 3,5 d.H projetados anteriormente na tabela 6, configurando um esforço acima do necessário para a conclusão no mesmo período.

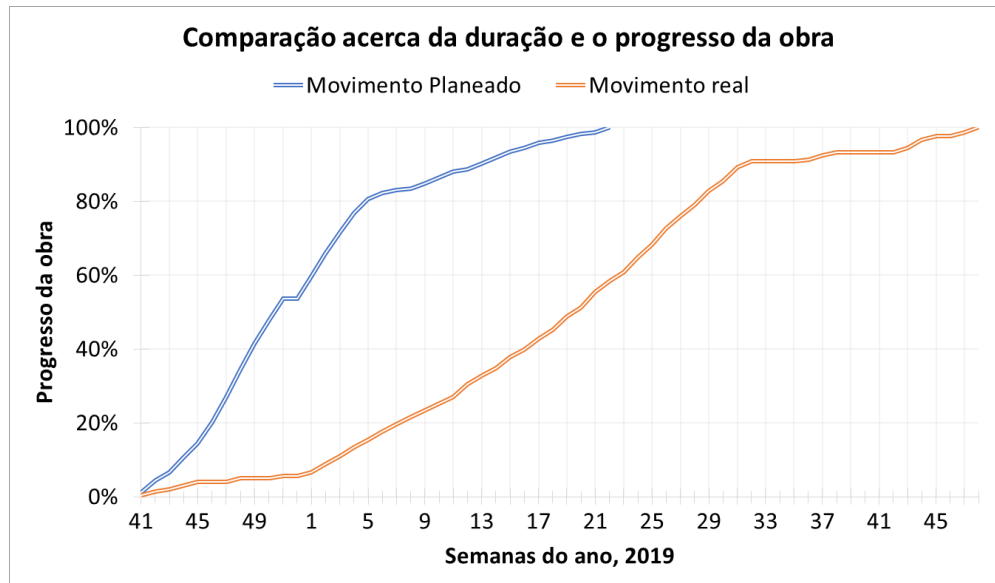


Figura 30: Comparação entre a duração e o progresso das obras planeadas e executadas.

A comparação entre o comportamento dos progressos, Real e Esperado, pode ser analisada pela Figura 31. Embora a diferença entre o tamanho do período e o esforço requerido de cada movimento seja evidente, destaca-se o comportamento parabólico das mesmas. O movimento planeado tem seu ápice de forma aguda entre as semanas 41 e 7, enquanto o real apresenta uma curva mais contida ou achatada, concentrando-se entre a semana 3 e 32. Além disto, evidencia-se um número razoável de semanas sem produção e o início tardio no crescimento da taxa de produção semanal, uma vez que a mesma rompeu a zona de 2 dias x homens, apenas na semana 2.

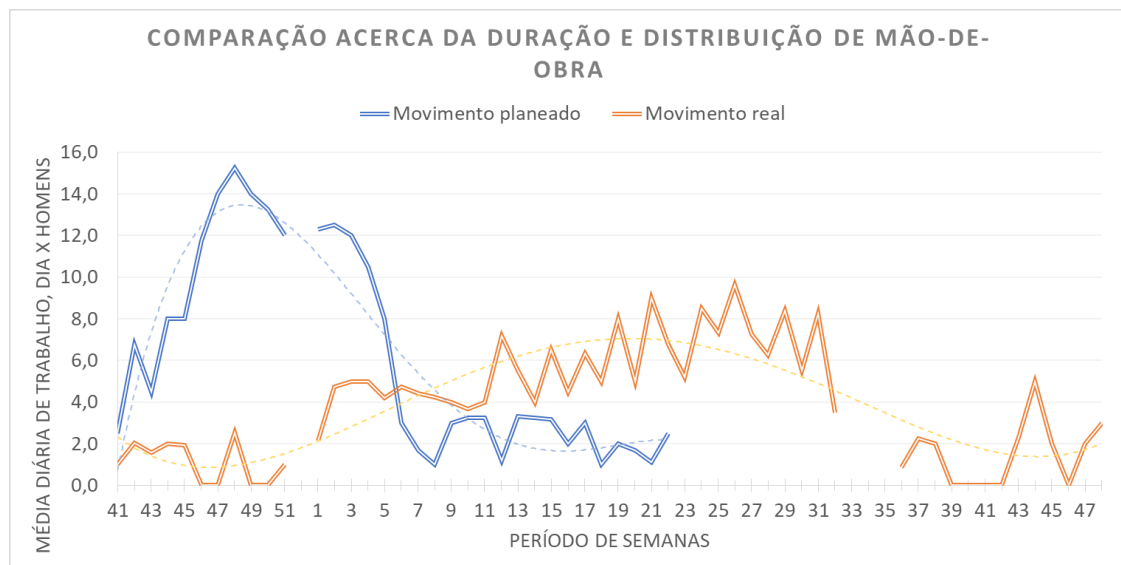


Figura 31: Comparação entre a duração e a distribuição de mão-de-obra.

4.2.4. Dimensionamento do Cronograma utilizando o Método PERT/CPM

“Sabendo sofrer, sofre-se menos.”

– Anatole France

Nesta parcela, será apresentado o dimensionamento do primeiro modelo proposto, seguindo o método PERT/CPM. Serão inseridos, os resultados realizados por meio do método, de forma didática e de modo que seja possível compará-los com o plano de obra ocorrido e com o segundo método.

- Determinação do Caminho Crítico

Na Figura 32, tem-se a execução do primeiro passo, a determinação do caminho crítico. Este, foi selecionado mediante o número de atividades sequenciais, necessárias para o término do cronograma, em outras palavras, este é o caminho mais demorado a ser cumprido. Baseando-se nos diagramas de rede, referentes à construção dos pavilhões, as atividades do diagrama estão nomeadas em código alfabético, como é claro na figura a seguir; assim como os pré-requisitos de cada atividade são respeitados. Os símbolos utilizados correspondem às mesmas atividades atribuídas anteriormente, nas tabelas de divisão do projeto.

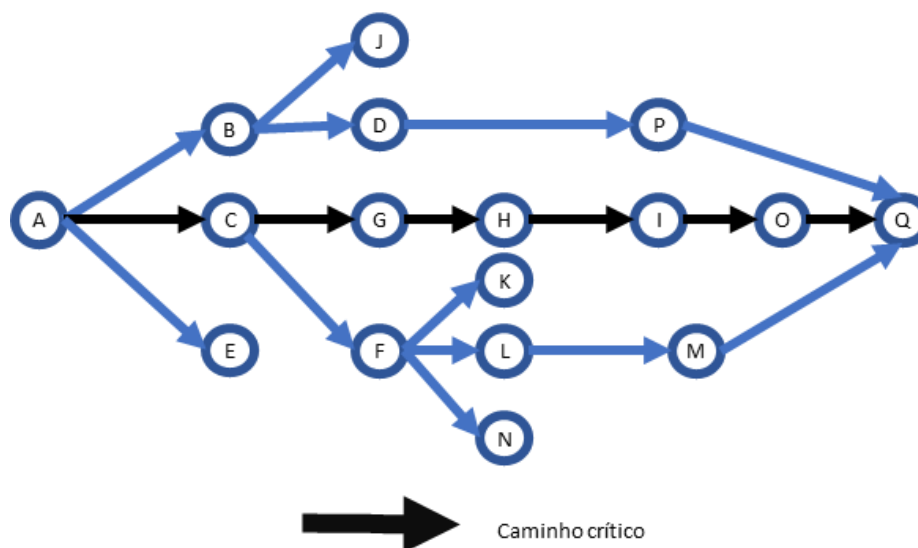


Figura 32: Caminho crítico definido no diagrama de rede.

- Diagrama de rede PERT/CPM

Em sequência, após a identificação do caminho crítico, é realizável a constituição do diagrama PERT/CPM. Atentando-se aos prazos e a capacidade produtiva da empresa é possível limitar os períodos cedo e tarde. Estes, representados por Tc (cedo) e Tt (tarde), na

Figura 33, posicionada abaixo. O método foi utilizado para o dimensionamento de um cronograma semelhante ao planeado inicialmente: envolvendo apenas as atividades referentes aos abrigos de engorda e para cumprir-se o prazo de 15 semanas.

A figura é formada por círculos compostos de um código numérico representando o estado em que se encontra o cronograma. Ao mesmo tempo que as atividades, em código alfabético, estão situadas nas setas, conectando os nós por toda a rede. Os estados 1 e 19 correspondem ao início e ao fim do projeto, nesta ordem. Nos nós, abaixo da respetiva identificação, estão localizados os períodos de Cedo (T_c) e Tarde (T_t), respectivamente. Na esfera 19, por exemplo, constata-se que o momento mais cedo que este estado poderia ser possível de acontecer é após sete semanas de trabalho e o mais tarde, na décima quinta semana. De modo semelhante, nas setas, ao lado da identificação de cada atividade, está mencionado o número de semanas necessárias para a conclusão das mesmas.

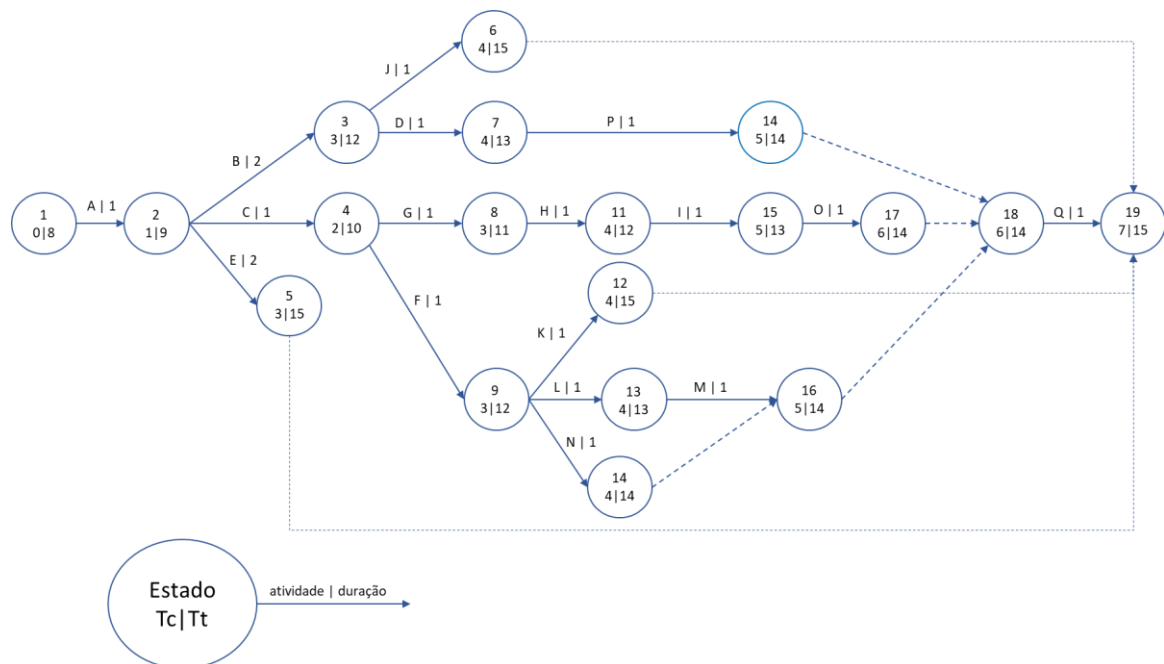


Figura 33: Diagrama PERT/CPM para um prazo de 15 semanas.

- Análise de planeamentos com o gráfico da Curva S

Utilizando a técnica da Curva S, introduzida na revisão bibliográfica, é realizável a avaliação de cronogramas. Deste modo, o seu desempenho pode ser medido, validando a sua eficiência. Empregando esta ferramenta no decorrer de uma construção é possível visualizar se o processo está no ritmo certo ou se é preciso mais empenho para que se cumpra o prazo.

Implementando este recurso foi possível verificar o desempenho dos progressos e analisá-los graficamente.

Explorando novamente o cronograma inicial e a evolução real da obra de pavilhões, foi viável empregá-los no gráfico da Curva S. A seguir, estão ilustrados os gráficos produzidos com a ferramenta. Seguindo a literatura, em cada gráfico tem-se, como base, três curvas tracejadas, esboçando os cenários: otimista, superior; esperado, central; e pessimista, inferior.

Na Figura 34, pode-se visualizar a verificação do cronograma planeado ou inicial. Destaca-se o comportamento da curva, sempre próximo ao cenário otimista. Todavia, após a décima quinta semana é visível a queda de ritmo ou diminuição do esforço empregado. Como antes mencionado, o período das primeiras quinze semanas configura a construção dos pavilhões, situação de maior atenção do projeto. Se o mesmo desempenho fosse mantido, a expectativa de término seria perto da vigésima semana.

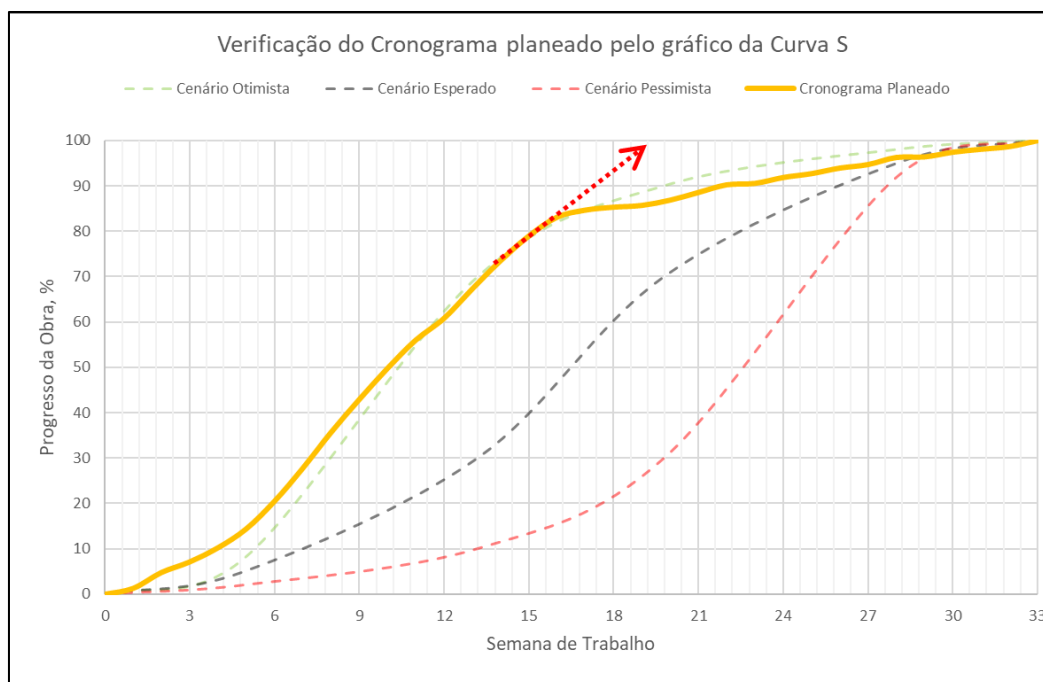


Figura 34: Comparação do cronograma planeado e os cenários possíveis.

Em sequência, como esperado, tem-se a comparação dos cronogramas. Na Figura 35, ressalta-se o baixo desempenho da evolução da obra para o prazo de trinta e três semanas.

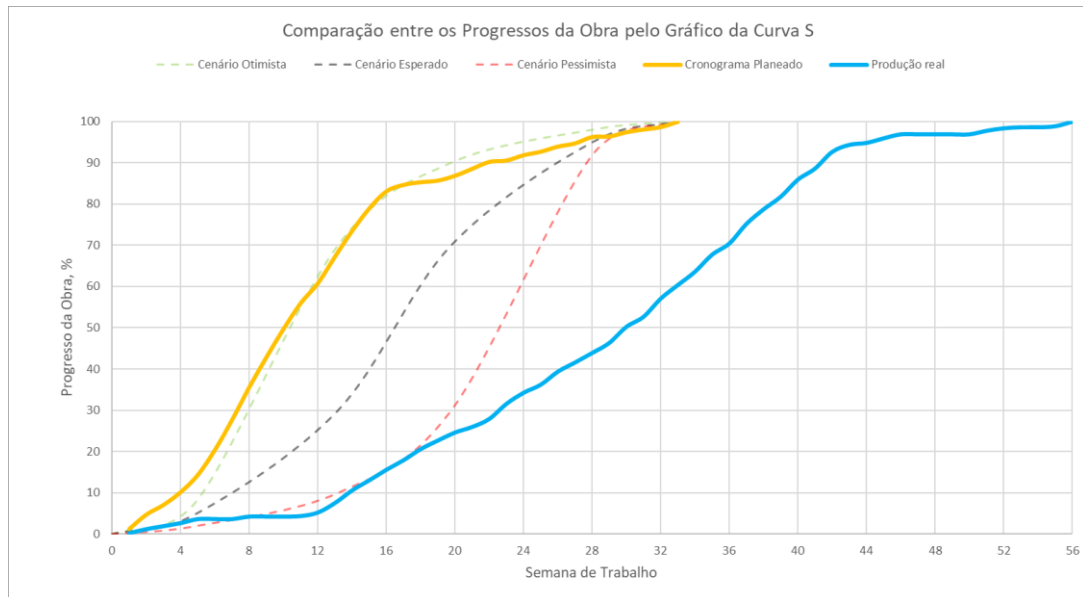


Figura 35: Comparação entre os progressos planejado e real, pelo gráfico da Curva S.

Todavia, visto que a obra foi realizada num período de cinquenta e seis semanas, inferior ao prazo máximo de sessenta semanas, é plausível este desempenho, resguardando os prazos acordados com o cliente. Deste modo, deve-se produzir um novo gráfico de Curva S, para que seja possível analisar a relação entre o desempenho e o período correto de semanas.

O gráfico da Curva S do acompanhamento da execução da obra, Figura 36, ilustra o progresso da obra próxima a curva do cenário esperado, no decorrer das semanas de trabalho. Repara-se um crescimento tardio da carga de trabalho, apenas após a décima segunda semana, percorrendo a zona inferior à curva do cenário esperado até cruzá-la na semana trinta e oito. Seguindo deste ponto, se esta performance fosse mantida, o término estimado seria na semana quarenta e quatro, doze semanas antes do término real.

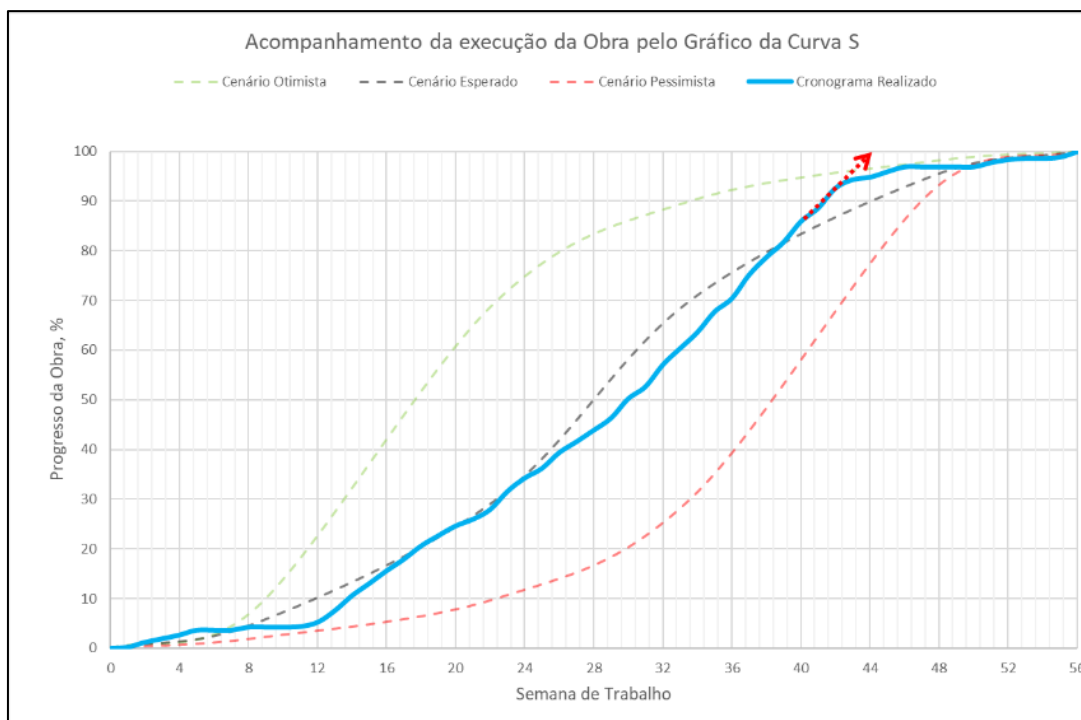


Figura 36: Comparação do cronograma executado e os cenários possíveis.

Em conclusão, como exposto nestes resultados, é plausível e eficiente a utilização do método PERT/CPM para o planeamento de uma obra semelhante à apresentada. O cronograma criado, baseado no caminho crítico, mostra-se bastante flexível em relação a duração das tarefas. Além disto, o diagrama informa os momentos possíveis de início e alerta para os atrasos das mesmas. Esta ferramenta em conjunto com o gráfico da curva S, que permite o acompanhamento atual do processo, satisfazem um prático sistema de planeamento e controlo de obra.

4.2.5. Dimensionamento do Cronograma utilizando Método da Corrente

Crítica

“Aquele que tudo adia, não deixará nada concluído, nem perfeito.” – Demócrito.

Seguindo a análise das ferramentas de planeamento de projetos, será apresentado nesta secção o método da Corrente Crítica. Baseando-se na Teoria das Restrições e utilizando para estudo o mesmo cenário de obra, foi realizado um novo cronograma utilizando o método da corrente crítica.

Fundamentando-se na redução da duração de todas as atividades para seu valor mínimo, e aplicando esta técnica na etapa da construção de um pavilhão de engorda, elaborou-se um

novo cronograma de apenas sete semanas, apresentado na Figura 37. Este diagrama de rede contempla a rede de atividades, preenchendo apenas sete das quinze semanas disponíveis, e um pulmão preenchendo as oito semanas restantes. Este pulmão é o período que será consumido quando houver qualquer atraso no processo da obra. Por razões lógicas, este não deve ser totalmente exaurido, a todo modo evitado.

Deste modo, ainda que grande parte do pulmão, ainda sim a obra resultará em um ótimo desempenho, concluindo-se antes do prazo. Esta ferramenta, como já mencionado, tem como objetivo eliminar a Lei de Parkinson, reduzindo o tempo determinado para cada tarefa; assim como a Síndrome do Estudante, eliminando o adiamento de atividades.

Na figura, os blocos estão preenchidos pelas atividades do projeto dos pavilhões, em código alfabético, e pela duração mínima de cada tarefa, dimensionada pela própria empresa. Os blocos em azul, configurando o caminho da corrente crítica, o qual demanda maior atenção pois é mais propenso a atrasar o cronograma.

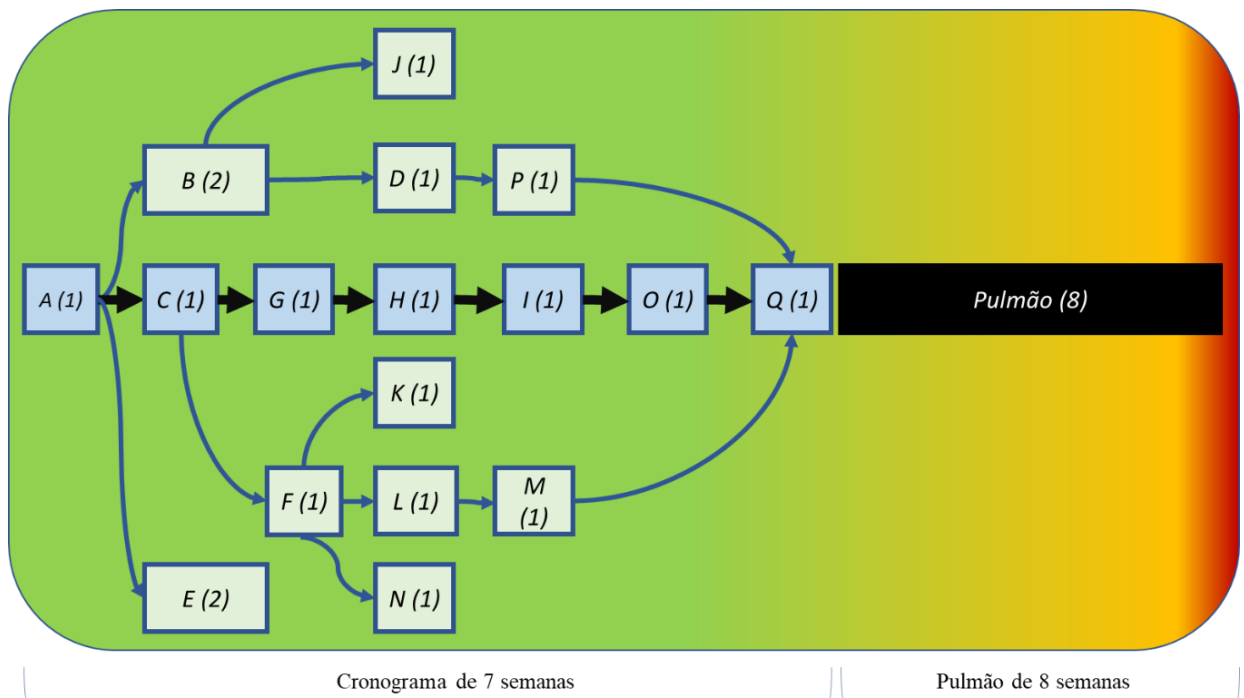


Figura 37: Diagrama de rede do cronograma baseado na corrente crítica.

- Gráfico de Avanço de Pulmão

Semelhante ao método anterior, o acompanhamento do progresso da obra também é possível com esta ferramenta. Empregando o Gráfico de Avanço de Pulmão nos cronogramas de estudo é possível verificar seus desempenhos. O resultado obtido está exposto abaixo, na Figura 38.

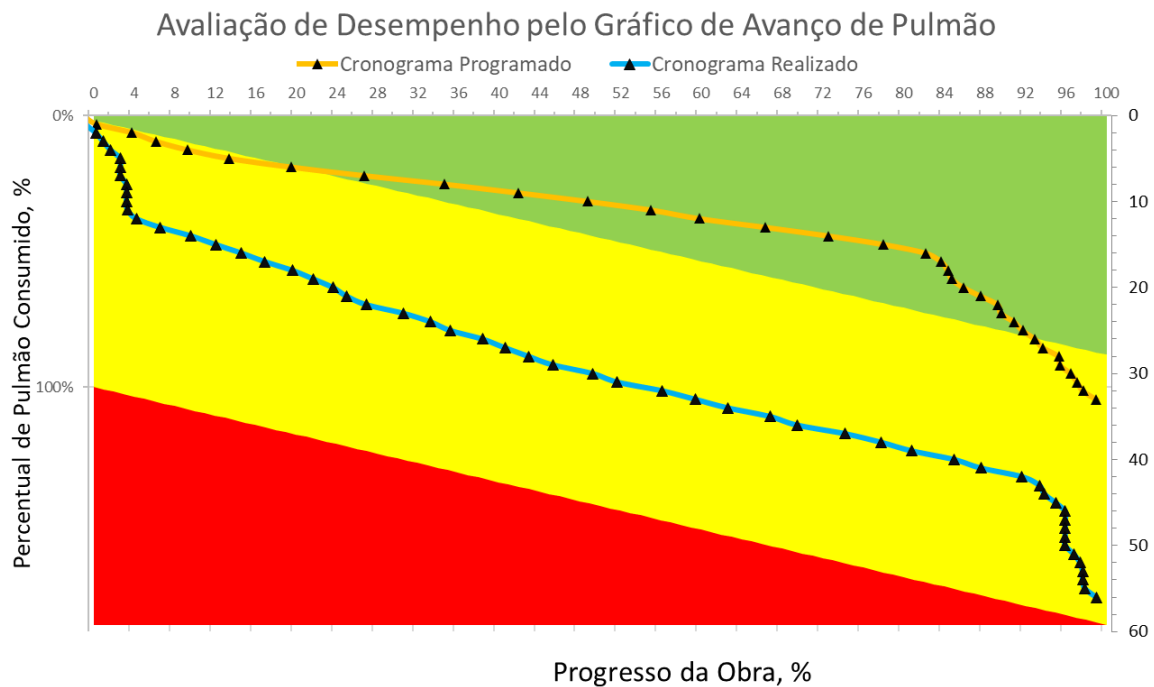


Figura 38: Avaliação de Desempenho pelo Gráfico de Avanço de Pulmão.

Nesta ilustração, tem-se como base três áreas: período ideal de término, zona verde; zona de consumo de pulmão, amarela; zona de atraso de obra, vermelha. Cada área foi dimensionada de acordo com o diagrama da corrente crítica anteriormente produzido. Tendo em vista que a obra é composta por três etapas de pavilhões e uma etapa de áreas comuns, optou-se por considerar esta última como da mesma dimensão das primeiras totalizando quatro blocos de atividades iguais, sendo realizados de forma paralela. O resultado é um cronograma enxuto de vinte e oito semanas e um pulmão de trinta e duas semanas, completando as sessenta semanas, discutidas no dimensionamento da carga de trabalho.

Na figura 38, estão apresentadas as curvas amarela e azul, referentes aos cronogramas planeado e realizado. Os pequenos triângulos destacados são os valores dos dados. Estes que representam o progresso semanal da obra. O eixo vertical primário, à esquerda, informa o percentual de pulmão consumido; enquanto o eixo secundário marca a duração da obra em semanas.

Nesta visualização é notável o avanço do cronograma planeado, curva amarela, durante a construção dos pavilhões, informação já obtida anteriormente. Na décima sexta semana, a obra já estaria com cerca de 83% concluída. É reconhecível a queda de performance registada na fase das áreas comuns. Esta consome 19% do pulmão, porém, esta é uma situação prevista no método.

Em relação ao desempenho da execução real, utilizando este elemento gráfico torna-se evidente o desempenho desta segunda curva. Nota-se que, por todo processo de construção, seu comportamento ocupa a zona de pulmão, devido a atrasos na etapa inicial da obra, como é observado graficamente. Todavia, mesmo com quedas de rendimento, a execução mostrou-se eficaz, ocupando um total de 87,5% do pulmão.

Semelhantemente ao método anterior, também foi possível realizar previsões utilizando a performance da execução da obra. De acordo com o desempenho apresentado até os 90% de obra concluída, se o mesmo tivesse sido mantido, o término da obra era estimado em apenas quarenta e quatro semanas, refletindo no consumo apenas 50% do pulmão. Ainda que esteja longe do ápice de sua eficiência, esta situação é prevista pelo método e satisfatória em relação à um plano de sessenta semanas de trabalho.

4.2.6. **Comparação entre os Métodos Apresentados**

Concluindo esta etapa dos resultados, é ideal que se realize a comparação dos dois métodos estudados, identificando qual seria o mais adequado para o projeto e para a empresa.

Primeiramente, pode-se diferenciar as duas técnicas quanto à segmentação das atividades do processo. Enquanto o método PERT/CPM se mostra mais adaptável entre as durações das atividades, distribuindo-as por todo o prazo desejado; o método da Corrente Crítica visa a antecipação das atividades para gerar a maior reserva de tempo possível, sempre resguardando a capacidade máxima de mão-de-obra.

O acompanhamento do processo, atualizado semanalmente, está presente nos dois métodos pelas respectivas ferramentas: Gráfico da Curva S e Gráfico de Avanço de Pulmão. O primeiro classifica a performance em três cenários: otimista, esperado e pessimista; o que permite o alerta futuros atrasos, quando a situação está abaixo do esperado. De maneira semelhante, a segunda técnica também proporciona este monitoramento por meio de zonas: o período planeado ou enxuto; o pulmão, a reserva de tempo; e uma terceira zona além do pulmão, uma área que indica a reprovação da execução em tempo hábil.

Apresentando modelos de cronograma e ferramentas de monitoramento, ambos os métodos se mostram eficientes, se forem executados de forma correta. A capacidade de implementação, então, acaba por ser o critério de desempate. Como obstáculos a isto, estão eventuais dificuldades, como: fornecimento de materiais, capacidade de mão-de-obra, recursos financeiros e logística.

Por ser mais flexível, a metodologia PERT/CPM aparece como a alternativa mais simples, ideal para perfis focados em controlo e cumprimento do prazo. Considerando a falta de componentes, a sobrecarga de trabalho ocasionada por muitas atividades em paralelo e locais de obra inoportunos; a possibilidade do deslizamento de atividades pelo cronograma, executável com esse método, apresenta esta como a alternativa mais conveniente. O controlo e a resiliência fornecidos por esta técnica são superiores em relação a segunda.

Em contrapartida, a ferramenta da Corrente Crítica proporciona, quando obtém êxito, a maior eficiência, ideal para perfis voltados a alta performance e antecipação de prazos. Esta técnica, porém, exige da organização a máxima atenção, pois esta baseia-se na eficiência da cadeia logística e produtiva. previsto é necessário o suprimento de todas as demandas citadas acima. Somente deste modo é concebível adiantar o início ao máximo as atividades, comprimir a sua duração e evitar assim a Síndrome do Estudante e a Lei de Parkinson. Em caso negativo, sendo incapaz de manter o ritmo rigoroso proposto, a metodologia se mostra ineficaz, não produzindo benefício algum.

4.3. Melhorias esperadas com as Ferramentas de Gestão

“Somos o que fazemos repetidamente. A excelência, então, não é um ato, mas sim um hábito.”

– Will Durant

A presença das medidas implementadas são notadas de maneira imediata, porém, os benefícios obtidos por estas ferramentas nem sempre são. A seguir, serão expostas as implementações das ferramentas de gestão. Estas, elaboradas segundo a metodologia, têm por objetivo estarem presentes no dia-a-dia da obra como forma de controlo da obra.

- Kanban

Utilizando esta ferramenta, idealizou-se um para controlo de materiais no estaleiro de obra. Visando eliminar qualquer falta de material no armazém, cada componente teria um cartão indicando entre outras informações uma quantidade de unidades mínimas. Quando esta

quantidade fosse atingida, o responsável da obra deveria comunicar a empresa para o reabastecimento do material.

CARTÃO KANBAN	
COMPONENTE	DATA:
Parafusos auto-perfurantes	01 / 01 / 21
DESCRIÇÃO	QTD MÍNIMA:
cabeça sextavada 4,8x25 mm	2 caixas
	QUANTIDADE NECESSÁRIA
	5 caixas

Figura 39: Exemplo de Kanban proposto para ser implementado pela empresa.

Na Figura 39, está ilustrado um modelo de cartão Kanban, que satisfaz perfeitamente a proposta desejada. Nela estão introduzidos espaços em branco que serão preenchidos de acordo com as seguintes classificações:

- ✓ Nome do componente;
- ✓ Descrição do componente, algo que o diferencie dos demais;
- ✓ Quantidade mínima/actual;
- ✓ Data de emissão;
- ✓ Quantidade que precisa ser reposta.

- Plano Diário de Trabalho

Adequando a metodologia do *Heijunka Box* à um estaleiro de obra, elaborou-se um plano de trabalho diário para controlo do mesmo. Baseando-se no cronograma planeado para determinada semana, divide-se o mesmo pelo número de dias disponíveis de trabalho, originando mini-tarefas. Esta ideia de fragmentação visa transformar metas semanais em diárias, mais fáceis de terem sucesso.

Plano Diário de Trabalho	22/10/19
Obra: nome e local da obra	Painéis de fachada pv.1 (5/8)
Data: 22/10/2019	Sapatas e pilares pv. 2 (6/6)
Semana: 03	23/10/19
	Painéis de fachada pv.1 (6/8)
Atividades da Semana	24/10/19
Painéis de fachada com isolamento pv.1 (8/8)	Painéis de fachada pv.1 (7/8)
Sapatas e pilares pv. 2 (3/3)	25/10/19
	Painéis de fachada pv.1 (8/8)

Figura 40: Exemplo de Plano Diário de Obra.

A Figura 40, exemplifica claramente o PDT. Utilizou-se como exemplo a terceira semana do Cronograma planeado, Anexo C. Naquela semana concluíram-se duas atividades: a instalação dos painéis de fachada do pavilhão 1, realizada em oito dias, e das sapatas e pilares do pavilhão 2, realizada em três dias.

Como meta diária para a equipa de obra, estão as atividades do lado direito da ilustração. Na segunda-feira, por exemplo, seria realizada a última etapa de Sapatas e Pilares do pavilhão 2 e o quinto dia de instalação de painéis de fachada do pavilhão 1. Ressalta-se que a execução das tarefas deve ocorrer no dia determinado e que é contraindicado a postergação das mesmas, em outro dia da semana, para que organização do planeamento se mantenha.

- Diário de Obra

Baseando-se na etapa de verificação “*Check*”, da ferramenta PDCA, elaborou-se um novo diário de obra. Como a empresa acolhedora já praticava o hábito de realizar um relatório diário, Anexo D, utilizou-se o mesmo como modelo para o novo, adicionando campos referentes a controlo de obra. O novo Diário de Obra elaborado está presente no Anexo E. Nele destacam-se as atividades planeadas para o dia, as mesmas do Plano diário, e um *checklist* para controlo interno.

Neste questionário encontram-se perguntas acerca de acontecimentos do dia de trabalho, tais como:

- ✓ Se foram executadas as atividades planeadas;
- ✓ Se havia ferramentas ou equipamentos adequados;
- ✓ Se havia os materiais necessários para a realização das atividades;

- ✓ Se houve recepção de materiais no dia.
- ✓ Em caso negativo, também é possível registar as informações em campos de observações.

Este recurso permitirá o registo das atividades diariamente, alimentando o sistema de acompanhamento da obra. O plano ou relatório diário possibilitará analisar o desempenho da execução do projeto, da fase “*do*”, seja pelo gráfico da Curva S ou Avanço de Pulmão; assim como a detecção de falhas no planeamento do projeto, fase “*plan*”. Deste modo será concebível realizar ações corretivas, a fase “*act*”, em tempo hábil para não comprometer o projeto e melhor a organização da empresa para próximas obras.

5. Conclusão

“O prêmio por uma coisa bem feita é tê-la feito.” – Ralph Waldo Emerson

Neste último capítulo serão abordados, de forma global, os objetivos propostos no início da investigação, assim como as questões que motivaram a mesma. Durante a evolução do trabalho foram selecionadas diferentes ferramentas *Lean* e metodologias de planeamento de obras, que foram aplicadas no caso de estudo de acordo com suas temáticas. Pode-se afirmar que, utilizando as ferramentas disponíveis, foi possível conhecer o processo construtivo e apresentar soluções capazes de resolver problemas que possam ocorrer durante o processo construtivo.

O estudo das ferramentas de planeamento, comparando os dois métodos, expôs os benefícios obtidos quando empregados de maneira correta. Entre os pontos positivos obtidos com as simulações, destacam-se: maior capacidade de controlo do cronograma, acompanhamento de atividades, economia de recursos financeiros, materiais e tempo. Ambas as metodologias se demonstraram satisfatórias, diferenciando-se por características de comportamento e dificuldade de implementação.

Mais flexível e simples de ser implementado, o método PERT/CPM se mostrou mais amigável ao perfil da empresa. Contudo, quando se é possível atender ao ritmo que a metodologia da Corrente Crítica demanda, pode-se colher os benefícios de uma cultura próxima ao *Lean Thinking*. Em relação a busca pelo planeamento ideal de uma obra, ainda que não haja uma alternativa apenas, pode-se concluir que tal sucesso pode ser encontrado no método que respeita as limitações e os recursos disponíveis da empresa. Pois, como foi apresentado, de nada basta planejar um desempenho que não será capaz de ser mantido, ou um ritmo que demandará recursos inexistentes na organização.

Concluindo o estudo das ferramentas de gestão, salienta-se os benefícios obtidos pelas mesmas. A escolha dos métodos de melhoria foi incisiva, pois as mesmas atuando diretamente como suporte do controlo e do planeamento. A implementação do Plano diário de Trabalho, dos cartões Kanban e do Diário de Trabalho permitiu-se compreender que as aplicando de maneira simples e em conjunto pode-se obter grandes mudanças a curto e longo prazo. Fomentando a cultura Kaizen perante todas as metodologias apresentadas, é crível o desenvolvimento e a manutenção do *Lean Thinking* da empresa.

6. Propostas de Trabalhos Futuros

Para que esta investigação tenha continuidade e que a empresa colha seus frutos são necessários seguir os seguintes passos: implementação, verificação e análise das ferramentas estudadas. O controle destas variáveis irá concluir se as mesmas estão a apresentar sucesso ou não; se a atuação de alguma ferramenta *Lean* está a ser eficiente ou se deveria ir em busca de outras. Ainda, com o decorrer do processo é possível que outros problemas possam ocorrer, demandando nossas soluções.

Além disto é de grande valia a gestão de cronogramas de diversas obras que possam ser executadas no mesmo período, exigindo um esforço maior da organização. O aumento da necessidade de recursos, mobilizando os existentes, reflete um desafio ainda maior para a sua gestão. A ideia de flexibilizar cada vez mais o modo operacional da empresa resulta no enriquecimento de sua resiliência.

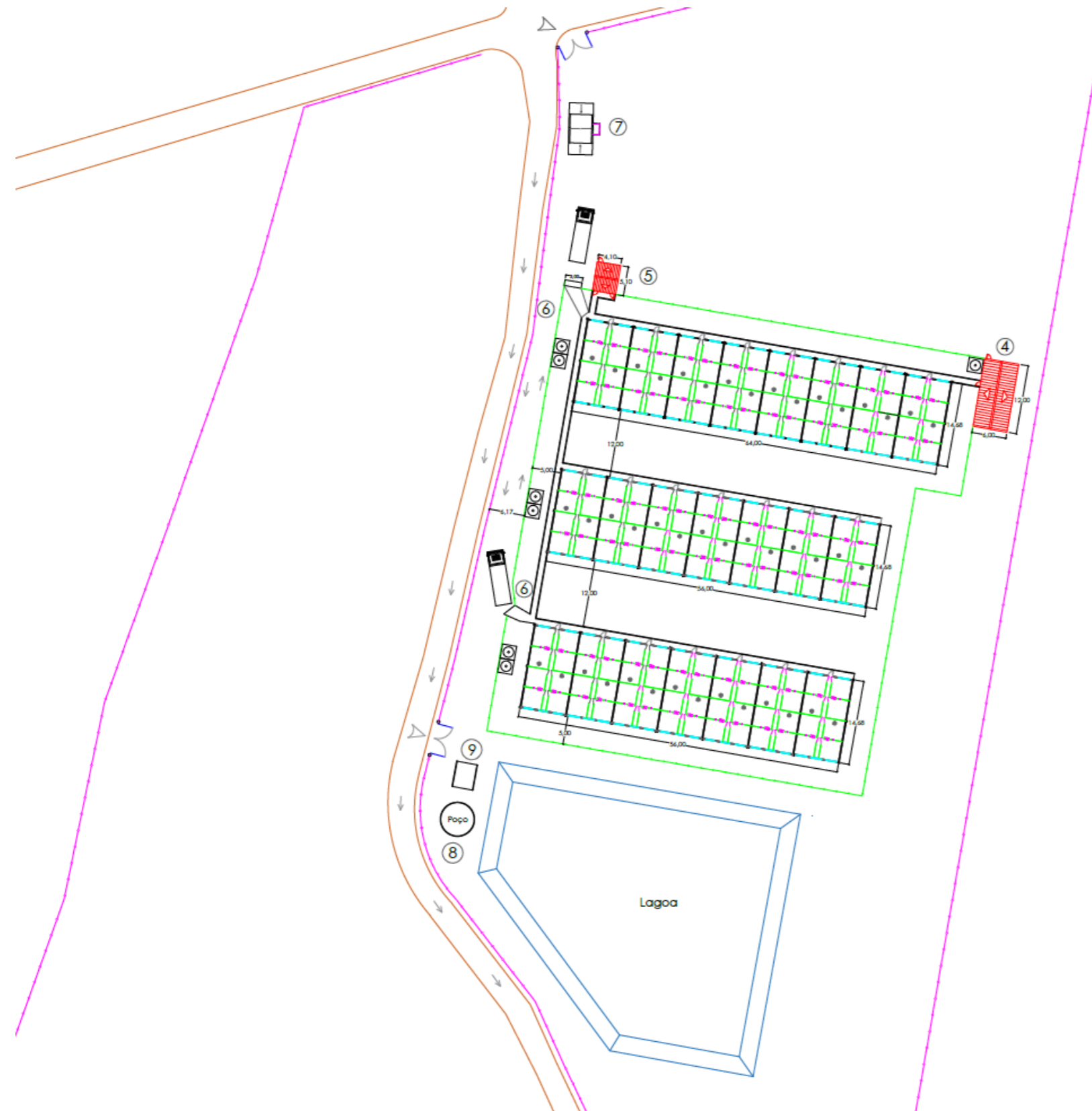
Bibliografia

- Behr, Ariel et al. (2008). Gestão da biblioteca escolar: metodologias, enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca: Ci. Inf., Brasília, vol 37 nº 2 agosto.
- Bonini, E. E. (2007). CPM – PERT e Outros Métodos: Técnicas de Caminho Crítico. São Paulo, 175p.
- Brandão, F. (2000). Plano de trabalhos- Tipo para construção de estradas. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Carvalho, H. G. de. (2009). Planeamento e análise do recurso mão-de-obra em projetos de instalações de suínos. Universidade Federal de Lavras.
- Cavalcanti, N. (2011). Utilização da corrente crítica no gerenciamento de uma obra no setor da construção civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Costa, H. A. S. da. (2016). Planeamento e Gestão de Obras em Microempresas [Instituto Politécnico de Viana do Castelo].
- Costa, A. H. DA. (2017). Aplicações da Curva S e do Método do Caminho Crítico no Planeamento de Obras Aplicações da Curva S e do Método do Caminho Crítico. Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica Da Universidade Estadual de Campinas. Dissertação de Mestrado.
- Ferreira, R. (2011). Comparação Aplicada Entre As Técnicas De Planeamento CPM E LOB (Line of Balance). Faculdade De Engenharia Da Universidade Do Porto.
- Goldratt, E. M. (1998). Corrente Crítica. São Paulo, Ed. Nobel. 260 p.
- Lima, P. (2013). Uma comparação da aplicabilidade do PERT/CPM com o método de corrente crítica no gerenciamento de projetos de construção de linhas de distribuição de energia elétrica. Universidade Federal da Paraíba.
- Machado & Elian, F. (2015). A utilização dos cronogramas como ferramenta de gestão da engenharia de planeamento.

- Meredith, J.; Mantel, S. (2012). *Project Management: A Managerial Approach*. John Wiley and Sons, Inc. 8th ed. 589 p..
- Ordoñez, R. E. C. (2013). *Proposta para Uso da Corrente Crítica no Gerenciamento de Múltiplos Projetos*. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.
- Pinto, J. (2014). *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. 6ª edição (atualizada), Lidel, Biblioteca indústria & serviços, Lisboa.
- Prado, D. (1984). *Administração de Projetos com PERT CPM*. [S.l.]: Livros Técnicos e Científicos Editora S. A.
- Ribas, J. (2015). *Planeamento e Gestão da Construção sob a Ótica da Sustentabilidade*. Universidade de Aveiro.
- Salgueiro, G. N. (2015). *Aplicação de ferramentas para melhorar o processo produtivo numa empresa do sector automóvel*. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.
- Santos, R. (2001). *Avaliação da Aplicação da Teoria das Restrições no Processo de Planeamento e Controle da Produção de Obras de Edificação*. Escola de Engenharia da Universidade do Minho.
- Silva, M. (2013). *Projecto de construção de uma unidade de produção de suínos intensiva ao ar-livre*. Instituto Politécnico de Castelo Branco.
- Teixeira, A. (2013). *Planeamento da Construção Repetitiva e Não Repetitiva – Caso de Estudo Comparativo*. Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- Thomaz, M. (2015). *Balanced ScoreCard e Hoshin Kanri: Alinhamento Organizacional e Execução da Estratégia*. Biblioteca Lean, Lisboa.
- Vieira, Sidney. (2017) *500 Frases de Grandes Pensadores*, Amazon, 97 p.



Anexos

ANEXO A – COMPLEXO DE ENGORDA DE SUÍNOS, SEP SANCHO

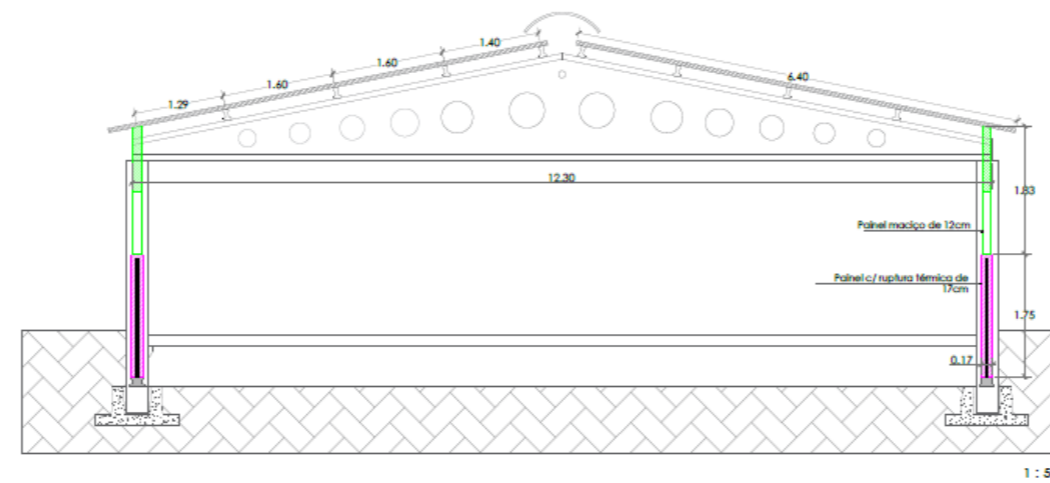
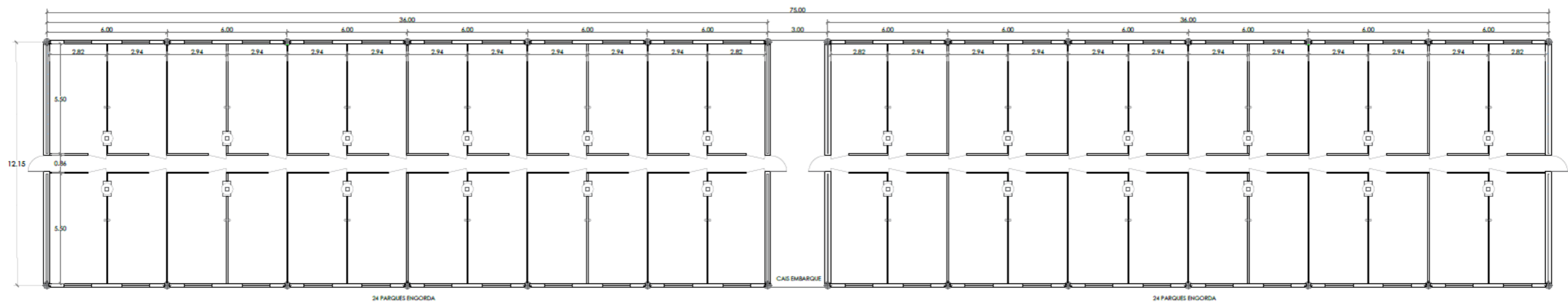
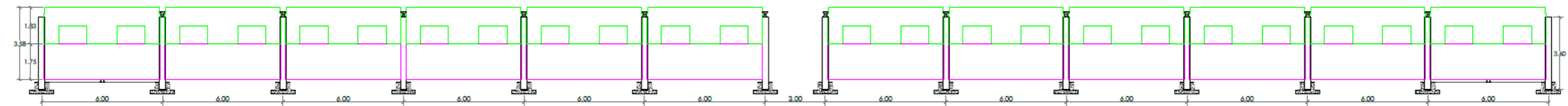




Índice de construção da exploração: **2845m²**

- ① Pavilhão Engorda 1 (1000,96m²)
- ② Pavilhão Engorda 2 (875,84m²)
- ③ Pavilhão Engorda 3 (875,84m²)
- ④ Enfermaria (12,00 x 6,00 mts)
- ⑤ Balneários (5,10 x 4,10 mts)
- ⑥ Cais de embarque
- ⑦ Rodilúvio
- ⑧ Poço
- ⑨ Separadora
- Vedaçãozona limpa
- Vedaçãozona semi-limpa

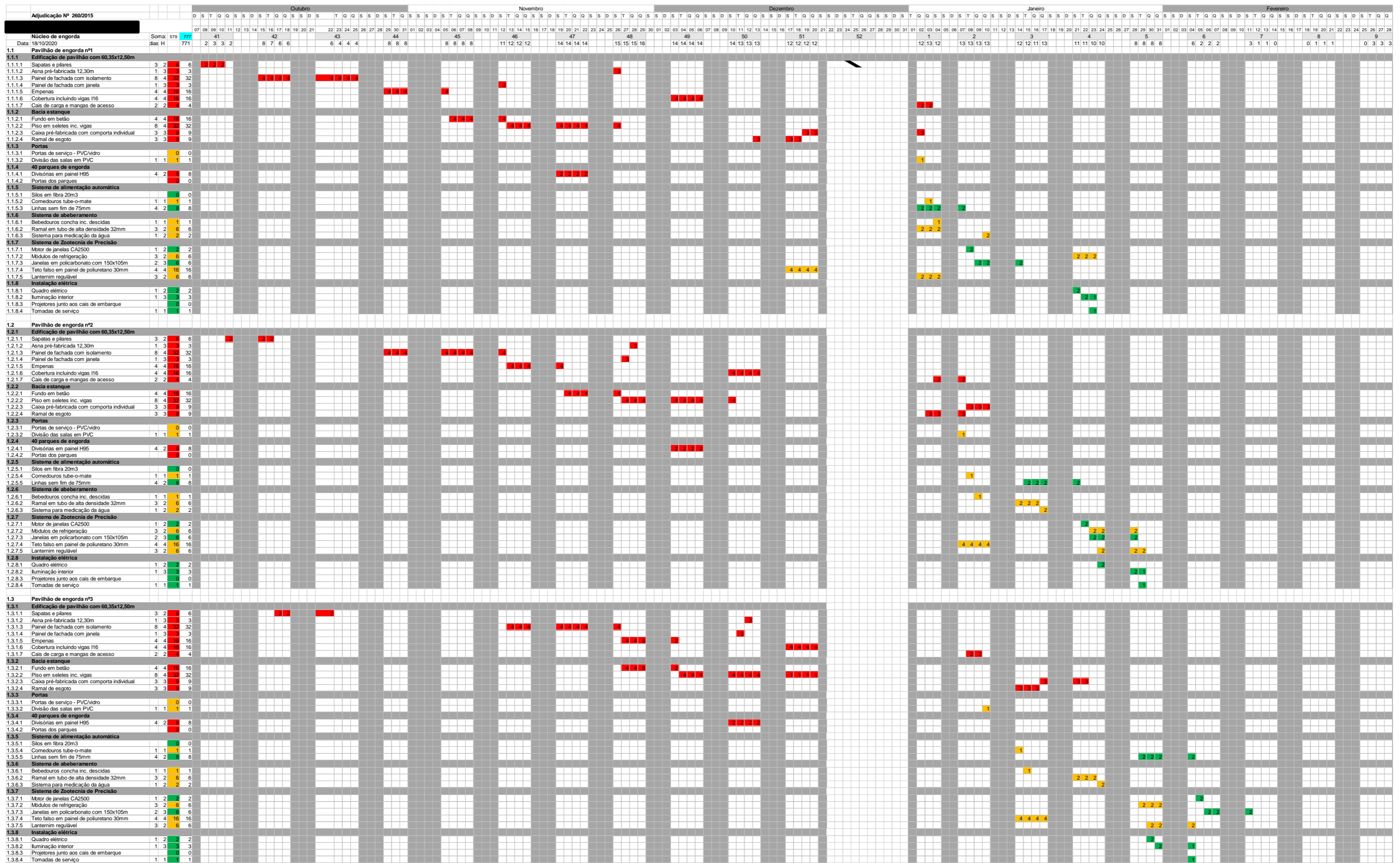
CLIENTE:		DATA	RÚBRICA	 Eq. Pecuários e Construção, SA
		Desenhou	12/09/2019	
LOCALIZAÇÃO:		Projetou	12/09/2019	
		Verificou	12/09/2019	 0,01 MM
DESIGNAÇÃO:		Revisão:		DESenho NÚMERO: 01 ESCALA: 1:500
IMPLANTAÇÃO GERAL DA EXPLORAÇÃO		Impressão:	12/09/2019	
		Aprovou:		

ANEXO B – PAVILHÃO DE ENGORDA DE SUÍNOS, SEP SANCHO



CLIENTE:	DATA:	NÚMERO:	 Eq. Projetos e Construção, SA
LOCALIZAÇÃO:	PROJETO:	VERIFICAÇÃO:	
DESIGNAÇÃO:	REVISÃO:	ESCALA:	 0,01 mts
PAVILHÃO DE ENGORDA COM 75,00 X 12,15 MTS	IMPRESSÃO:	QUANTIDADE:	01
ARQUITO: PONTANALDES, LUIS			1:100

ANEXO C – CRONOGRAMA PLANEADO PARA OBRA DE TRÊS PAVILHÕES



ANEXO E – DIÁRIO DE OBRA CRIADO

Folha de Obra: xxxx

Obra: nome e local da obra	Horário de Trabalho				
Data: 22/10/2019	nome/colaborador	Entrada	Saída	Entrada	Saída
Semana: 03	colaborador 1	7:00			17:00
Viatura: viatura x	colaborador 2	7:00			17:00
Descrição de atividades planeadas	colaborador 3	7:00			17:00
Painel de fachada com isolamento pv.1	colaborador 4	7:00			17:00
Sapatas e pilares pv. 2	colaborador 5	7:00			17:00
	colaborador 6	7:00			17:00

Executou-se as atividades planeadas? sim não

o trabalho foi executado conforme o planeamento.

Ferramentas adequadas para o trabalho? sim não

Materiais necessários para a realização da atividade? sim não

o material recebido para as atividades foi totalmente utilizado.

Materiais recebidos: sim não

- 6 painéis de fachada.

- 4 pilares.

- 4 sapatas