

# Análise de Capacidade

## Processo Inspeção Visual



Mestrado em Engenharia Mecânica

Especialização em Gestão Industrial

Departamento de Engenharia Mecânica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

30 de Junho de 2014

Este relatório satisfaz os requisitos da Unidade Curricular Tese/Dissertação, do 2º ano, do Mestrado em Engenharia Mecânica.

Aluno: Pedro Gonçalves Nogueira, nº 1030536, pedronogueira.pgn@gmail.com

Orientação Científica: Eng.º Luís Miguel Ciravegna Martins da Fonseca, lmf@isep.ipp.pt

Empresa: Continental Mabor

Supervisão: Eng.º Rui Pereira, rui.pereira@conti.de



Mestrado em Engenharia Mecânica

Especialização em Gestão Industrial

Departamento de Engenharia Mecânica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

30 de Junho de 2014

## *Agradecimentos*

Aos meus pais e irmãs pelo orgulho e confiança.

À Continental Mabor pela oportunidade de realizar este trabalho e aos seus colaboradores pelo apoio e disponibilidade, em particular aos colegas da Direção de Engenharia Industrial.

Ao ISEP pela formação que me proporcionou e aos docentes do Departamento de Mecânica pelo conhecimento transmitido, em particular à Eng.<sup>a</sup> Maria Manuela Silva.

## *Resumo*

Este trabalho foi realizado no âmbito do Mestrado em Engenharia Mecânica, especialização em Gestão Industrial, do Instituto Superior de Engenharia do Porto. O estudo foi desenvolvido na Continental Mabor – Indústria de Pneus S.A., sendo analisado o processo de *Inspeção Visual* dos pneus.

Face à atual conjuntura de mercado, as empresas devem estar munidas de dados detalhados e precisos relativos aos seus processos produtivos. A *Capacidade* instalada apresenta-se como um parâmetro determinante na medida em que condiciona diretamente a resposta a solicitações de clientes. Esta é fortemente influenciada pelo *Layout* fabril, pelo que a otimização do mesmo é fundamental numa perspetiva de ganho de *Capacidade* produtiva.

O relatório iniciou-se com a determinação do *Tempo Previsto* da operação segundo o referencial *REFA*. Seguidamente quantificaram-se as atuais perturbações através de auditorias ao processo. Deste modo obteve-se uma *Capacidade* instalada de 59380 pneus/dia.

A análise das perturbações desenvolveu-se a partir de um diagrama causa-efeito, no qual foram identificadas diversas potenciais causas, classificadas posteriormente por uma equipa experiente e conhecedora do processo. Assim, conhecidas as perturbações de maior impacto, foi apresentada uma solução de *Layout* que visou a sua minimização.

O ganho estimado, em termos de *Capacidade*, após a implementação da solução proposta é de 3000 pneus/dia. Este ganho de 5% é significativo na medida em que é obtido sem a necessidade de aquisição de novos equipamentos nem de área fabril adicional. É expectável que esta implementação proporcione ainda melhorias no processo produtivo subsequente - *Uniformidade*, especificamente na alimentação do mesmo. A quantificação desta melhoria, na sequência deste trabalho, apresenta-se como uma oportunidade de estudo futuro.

Palavras Chave: *Capacidade, Layout, Uniformidade, Inspeção Visual, Tempo Previsto, REFA*

## *Abstract*

This venture was performed regarding Mechanical Engineering Master Degree - Specialization on Industrial Management for “Instituto Superior de Engenharia do Porto”. This study was developed in “Continental Mabor – Indústria de Pneus S.A.” concerning the Tire Visual Inspection process.

Facing the current market demand, companies should be provided with detailed and accurate data on their production processes. The installed *Capacity* is presented as a key parameter and directly affects the response to client requests. This fact is sturdily influenced by the manufacturing *Layout*, therefore increasingly optimization becomes indeed critical on a situation gain where a perspective of productive *Capacity* stands the difference.

This project began with the *Standard Time* definition according *REFA* reference. The current disturbances were then quantified based on a process audits. From this moment on, was obtained an installed *Capacity* of 59.380 tires per day.

The analysis of disturbances was developed from a cause-effect diagram, in which several potential causes were classified by an experienced and knowledgeable team. Thus, by knowing the greater impact disturbances, an optimized *Layout* solution was presented.

The suggested solution allows a *Capacity* increase rounding 3000 tires per day (increasing of 5%). This represents a significant saving once is obtained without purchasing new machines and also without the need of additional area. Moreover, it is also expected a significant feeding improvement in the following process - *Uniformity Lines*. Following this work, this improvement opened a new window for future studies.

**Key Words:** *Capacity, Layout, Uniformity Lines, Visual Inspection, Standard Time, REFA*

## *Palavras-Chave*

Inspeção Visual

Mix Entrada

Fluxo Saída

Pneus grandes

Pneus pequenos

Vulcanização

Flexibilidade

Ergonomia

Ruído

Capacidade

Temperatura

Experiência

Eficiência

Inspektomat

Loop

Flash

Uniformidade

Cronometragem

Layout

## *Índice de Capítulos*

<i>Agradecimentos</i> .....	3
<i>Resumo</i> .....	4
<i>Abstract</i> .....	5
<i>Palavras-Chave</i> .....	6
<i>Índice de Capítulos</i> .....	7
<i>Índice de Figuras</i> .....	10
<i>Índice de Tabelas</i> .....	12
<i>Acrónimos</i> .....	13
1. Introdução .....	14
1.1. Objetivos do Trabalho .....	15
1.2. Organização do Relatório .....	16
1.3. Contextualização.....	17
1.3.1. Continental AG.....	17
1.3.2. Divisão de Pneus.....	20
1.3.3. A Continental em Portugal .....	21
1.3.4. A Continental Mabor S.A.....	25
1.3.5. Estrutura Organizacional da Continental Mabor S.A.....	27
1.3.6. Visão e Política da Continental Mabor.....	28
1.3.7. Direção da Engenharia Industrial .....	29
1.4. Processo Produtivo.....	30
1.4.1. Apresentação Gráfica .....	30
1.4.2. Departamento I – Misturação.....	32
1.4.3. Departamento II – Preparação Quente.....	33
1.4.4. Departamento II – Preparação Frio.....	34
1.4.5. Departamento III – Construção .....	35

1.4.6.	Departamento IV – Vulcanização.....	36
1.4.7.	Inspeção Final .....	37
1.4.8.	Inspeção Visual .....	38
1.5.	Componentes do Pneu e Sua Função.....	39
1.5.1.	Piso do Pneu.....	41
2.	Pesquisa Bibliográfica .....	42
2.1.	Capacidade Produtiva .....	42
2.1.1.	Definições.....	42
2.1.2.	Planeamento da Capacidade .....	44
2.1.3.	Equilíbrio de Capacidade .....	49
2.2.	Planeamento Agregado .....	51
2.3.	Layout Produtivo .....	52
2.4.	REFA .....	55
2.5.	Cronometragem .....	56
2.5.1.	Introdução ao Método.....	56
2.5.2.	Diagrama do Método .....	57
3.	Desenvolvimento Prático .....	58
3.1.	Descrição da Tarefa e Pontos de Medição .....	58
3.2.	Observações .....	59
3.2.1.	Grau de Rendimento.....	59
3.3.	Validação da Cronometragem.....	60
3.3.1.	Análise Estatística .....	60
3.3.2.	Validação de Resultados .....	61
3.4.	Tempo Distributivo .....	62
3.5.	Tempo de Descanso.....	62
3.5.1.	Trabalho Muscular Estático .....	63

3.5.2.	Trabalho de Atenção / Concentração .....	64
3.6.	Tempo Previsto.....	65
3.7.	Análise do Layout Atual .....	66
3.7.1.	Fluxo e Lógica de Alimentação.....	66
3.7.2.	Fluxo e Lógica de Saída.....	68
3.8.	Perturbações e Limitações do Processo .....	70
3.8.1.	Classificação das Perturbações.....	70
3.8.2.	Quantificação das Perturbações.....	75
3.9.	Capacidade Atual .....	78
3.10.	Layout Proposto .....	79
3.10.1.	Fluxo e Lógica de Alimentação.....	79
3.10.2.	Fluxo e Lógica de Saída.....	81
3.10.3.	Resultados Expectáveis.....	82
4.	Conclusões.....	83
5.	Trabalhos Futuros .....	85
	<i>Referências Documentais .....</i>	<i>86</i>
	<i>Bibliografia .....</i>	<i>87</i>
	<i>Anexo A .....</i>	<i>88</i>
	<i>Anexo B .....</i>	<i>89</i>
	<i>Anexo C .....</i>	<i>90</i>
	<i>Anexo D .....</i>	<i>91</i>
	<i>Anexo E .....</i>	<i>92</i>

## *Índice de Figuras*

Figura 1 - Continental no Mundo .....	17
Figura 2 - Continental na Europa.....	18
Figura 3 - Componentes Automóvel Fabricados pela Continental.....	19
Figura 4 - Instalações da Continental Mabor .....	21
Figura 5 - Instalações da Continental Pneus .....	22
Figura 6 - Instalações da Indústria Têxtil do Ave S.A.....	22
Figura 7 - Instalações da Continental Lemmerz, Lda. ....	23
Figura 8 - Continental Teves Portugal - Sistemas de Travagem, Lda. ....	23
Figura 9 - ContiSeal .....	24
Figura 10 - Instalações Iniciais da Labor .....	25
Figura 11 - Estrutura da Continental Mabor S.A.....	27
Figura 12 - Política e Visão da Continental Mabor .....	28
Figura 13 - Processo Produtivo .....	30
Figura 14 - Quadro Sinótico.....	31
Figura 15 - Misturação.....	32
Figura 16 - Preparação Quente .....	33
Figura 17 - Preparação Frio.....	34
Figura 18 - Construção.....	35
Figura 19 - Vulcanização .....	36
Figura 20 – Inspeção Final.....	37
Figura 21 - Inspeção Visual.....	38
Figura 22 - Componentes do Pneu.....	39
Figura 23 - Componentes e Sua Função .....	40
Figura 24 - Piso do Pneu .....	41
Figura 25 - Ciclo de Tomada de Decisão sobre Capacidade.....	45

Figura 26 – Estratégias de Planeamento da Capacidade.....	46
Figura 27 - Planeamento e Níveis de Decisão.....	47
Figura 28 - Capacidade “acompanha em avanço” a procura através de expansões .....	48
Figura 29 - Capacidade “acompanha em atraso” a procura através de expansões .....	48
Figura 30 - Capacidade média acompanha a procura através de expansões.....	48
Figura 31 – Nível de Utilização da Capacidade .....	49
Figura 32 - Diagrama do Método Cronometragem .....	57
Figura 33 - Layout Atual (alimentação).....	66
Figura 34 - Layout Atual (saída) .....	68
Figura 35 - Diagrama Causa-efeito.....	71
Figura 36 - Layout Proposto (alimentação).....	79
Figura 37 - Layout Proposto (saída) .....	81

## *Índice de Tabelas*

Tabela 1 - Tabela de Observações .....	59
Tabela 2 - Tabela de Validação de Resultados.....	61
Tabela 3 - Ábaco para Validação Estatística.....	61
Tabela 4 - Tabela Específica para Trabalho Muscular Estático .....	63
Tabela 5 - Tabela Específica para Trabalho de Atenção / Concentração .....	64
Tabela 6 - Classificação das Potenciais Causas .....	72
Tabela 7 - Resumo das Potenciais Causas .....	74
Tabela 8 - Tabela de Amostragem das Perturbações.....	75
Tabela 9 - Tabela Resumo das Perturbações.....	75
Tabela 10 - Tabela de Validação de Resultados.....	76
Tabela 11 - Ábaco para Validação Estatística.....	77
Tabela 12 - Tabela de Cálculo de Capacidades.....	78
Tabela 13 - Tabela de Cálculo de Capacidades (após alterações).....	82

## *Acrónimos*

CR – Investimento de capital

KPI – Equipamento de proteção individual

PLT – Pneus para veículos ligeiros

CVT – Pneus para veículos pesados

OE – Pneu para mercado de origem

MS – Pneu para mercado de substituição

KM – Equipamento de construção da carcaça do pneu

PU – Equipamento de construção do pneu em verde

GTC – Sistema automático de transporte de pneus em verde

REFA – Referencial para o estudo do trabalho

DUAL – Associação de empresas sem fins lucrativos e de utilidade pública

Tg – Tempo básico

Zp – Fator de tempo distributivo

Zer – Fator de tempo de descanso

Ter – Tempo de descanso

Te – Tempo previsto

Pneu OK – Pneu conforme

Pneu NOK – Pneu não conforme

## 1. Introdução

Este trabalho foi realizado pelo aluno Pedro Gonçalves Nogueira, no âmbito do Mestrado em Engenharia Mecânica, especialização em Gestão Industrial, do departamento de Engenharia Mecânica, do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

O estudo foi desenvolvido na Continental Mabor – Indústria de Pneus S.A. (Lousado), empresa pertencente ao grupo Continental AG, na responsabilidade da Direção de Engenharia Industrial, sendo analisado o processo de *Inspeção Visual* dos pneus.

## 1.1. Objetivos do Trabalho

O presente trabalho consiste no estudo do processo produtivo *Inspeção Visual*. O seu desenvolvimento visa alcançar os seguintes objetivos:

- Determinação da *Capacidade* produtiva instalada;
- Apresentação de uma solução de uma solução de *Layout* que minimize as perturbações identificadas;
- Determinação do ganho expectável, em termos de *Capacidade* produtiva, após a implementação da solução de melhoria.

A *Capacidade* produtiva instalada, apresentada como primeiro objetivo, é determinada através de dois fatores:

- Cálculo do *Tempo Previsto* da operação através da aplicação do método *Cronometragem*;
- Identificação das atuais perturbações através de um diagrama causa-efeito;
- Classificação das perturbações identificadas através da análise de uma equipa experiente e conhecedora do processo;
- Quantificação das perturbações identificadas através de auditorias (amostragens) ao processo.

A solução de *Layout* proposta, segundo objetivo, deve ser exequível e permitir uma redução significativa das perturbações identificadas. Deve também respeitar os princípios básicos da empresa em termos de segurança, ergonomia, gestão de espaço fabril, fluxo e processo produtivo.

O ganho, em termos de *Capacidade* produtiva, proporcionado pela solução de melhoria proposta, é apenas passível de ser calculado após a implementação da mesma. Não sendo implementada a solução até ao término do presente estudo, é apenas possível determinar um ganho expectável (terceiro objetivo).

## 1.2. Organização do Relatório

O presente relatório inicia-se com um capítulo introdutório (capítulo 1) onde se apresentam os objetivos do trabalho, a contextualização do mesmo no âmbito da empresa, o processo produtivo global, assim como os componentes do pneu e sua função.

No capítulo seguinte (capítulo 2), é explanada a revisão bibliográfica que sustenta o desenvolvimento prático deste relatório. Esta última foca-se nos conceitos de *Capacidade* produtiva e *Layout* fabril.

Na segunda fase do trabalho inicia-se o desenvolvimento prático do relatório (capítulo 3). Neste capítulo é desenvolvido o método *Cronometragem*, segundo o referencial REFA, resultando na determinação do *Tempo Previsto*. Posteriormente são classificadas e quantificadas as atuais perdas e deste modo é determinada a *Capacidade* produtiva instalada. Neste capítulo é ainda apresentada uma solução de *Layout* otimizado e é determinada a respetiva *Capacidade* produtiva expectável.

No capítulo 4 apresentam-se as conclusões e as considerações finais do relatório. Ainda nesta última fase, como continuação deste trabalho, são apresentadas propostas para futuros estudos (capítulo 5).

### 1.3. Contextualização

#### 1.3.1. Continental AG

A Continental foi fundada em Hannover (Alemanha) em Outubro de 1871 e na sua origem fabricava artefactos de borracha flexível e pneus maciços para carruagens e bicicletas.

Atualmente a Continental é um dos principais fornecedores mundiais da indústria automóvel com um extenso conhecimento na tecnologia de pneus e sistemas de travagem, controlo dinâmico de veículos, sistemas eletrónicos e sensores. Como parceiro de eleição para a indústria automóvel, a Continental desenvolve e produz componentes, sistemas e módulos avançados. Fabrica igualmente produtos industriais à base de borracha, destinados à indústria mineira, gráfica, de mobiliário e de manufatura de maquinaria.

As atividades de negócio focam-se em inovações para o aumento da segurança, no desenvolvimento de mobilidade não prejudicial ao ambiente e na maximização do conforto e desempenho na estrada.

As figuras 1 e 2 permitem observar a distribuição da Continental no Mundo e na Europa respetivamente.



Figura 1 - Continental no Mundo



Figura 2 - Continental na Europa

A corporação está organizada em seis áreas de divisão:

- “Chassis & Safety”;
- “Powertrain”;
- “Interior”;
- “Passenger and Light Truck Tires”;
- “Commercial Vehicle Tires”;
- “ContiTech”.

A figura 3 permite observar os diferentes componentes automóveis que podem ser fornecidos pela Continental.

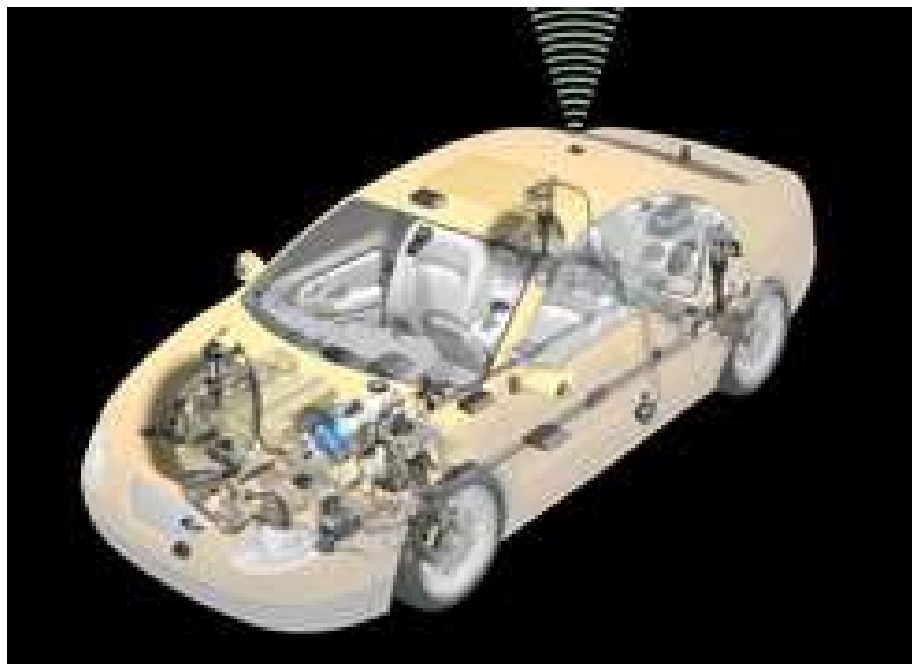


Figura 3 - Componentes Automóvel Fabricados pela Continental

### 1.3.2. Divisão de Pneus

A Continental iniciou em 1898 a produção de pneus lisos (sem desenho de piso) para automóveis. Desde então, acompanha a evolução da indústria automóvel com o estudo e aplicação de técnicas, produtos e equipamento para a melhoria de pneumáticos. O seu prestígio ultrapassa as fronteiras da Alemanha e os pneus Continental passaram a equipar os carros vencedores das diversas competições automóveis.

A Continental AG tem mais de vinte fábricas de pneus, bem como centros tecnológicos de desenvolvimento e pistas de ensaios espalhadas pelos vários continentes (Europeu, Americano, Asiático e Africano).

Com uma produção muito diversificada, o grupo Continental tem grande parte do seu volume de vendas globais centrado em pneus de várias marcas para veículos ligeiros, comerciais, pesados, agrícolas, industriais e de duas rodas, integrados na Divisão de Pneus PLT (“Passenger and Light Truck Tires”) e CVT (“Commercial Vehicle Tires”).

A Continental é atualmente líder de mercado na Europa e terceira a nível mundial. É igualmente líder em pneus de Inverno e em pneus para equipamento original (OE). Distinguem-se com áreas de negócio, o Equipamento Original (OE), Mercado de Substituição (MS) Europa, Substituição (MS) América, Substituição (MS) Ásia e Pneus para Duas Rodas.

### 1.3.3. A Continental em Portugal

O grupo Continental em Portugal, é constituído por 5 empresas:

- Continental Mabor, Indústria de Pneus S.A. (CMIP).
  - Localizado em Lousado, Vila Nova de Famalicão;
  - Produz pneus para veículos automóveis;
  - Fundado em 1989.



Figura 4 - Instalações da Continental Mabor

- Continental Pneus (Portugal) S.A. (CPP).
  - Localizado em Lousado, Vila Nova de Famalicão;
  - Comercializa em Portugal os pneus produzidos pela Continental AG;
  - Fundado em 1992.



Figura 5 - Instalações da Continental Pneus

- Indústria Têxtil do Ave, S.A. (ITA).
  - Localizado em Lousado, Vila Nova de Famalicão;
  - Produz artigos têxteis para a indústria da borracha;
  - Fundado em 1950.



Figura 6 - Instalações da Indústria Têxtil do Ave S.A.

- Continental Lemmerz (Portugal) - Componentes para Automóveis, Lda.
  - Localizado em Palmela;
  - Produz componentes para automóveis;
  - Fundado em 1994.



Figura 7 - Instalações da Continental Lemmerz, Lda.

- Continental Teves Portugal – Sistemas de Travagem, Lda..
  - Localizado em Palmela;
  - Produz sistemas de travagem;
  - Fundado em 1998.



Figura 8 - Continental Teves Portugal - Sistemas de Travagem, Lda.

- ContiSeal (Unidade fabril adicional pertencente à CMIP)
  - Localizado em Lousado;
  - Aplica um produto viscoso e aderente nos pneus produzidos na Continental Mabor, S.A.;
  - Fundada em 2007.



Figura 9 - ContiSeal

### 1.3.4. A Continental Mabor S.A.

A Continental Mabor nasceu em Dezembro de 1989, como empresa ligada à indústria de pneus. O seu nome provém da união de duas empresas de renome na manufatura da borracha, a Mabor, a nível nacional, e a Continental AG, de dimensão mundial.

A Mabor – Manufatura Nacional de Borracha, S.A., foi a primeira fábrica de pneumáticos de Portugal. Iniciou a sua laboração em 1946, com assistência técnica prestada pela General Tire, Cº, de Ohio (E.U.A.).



Figura 10 - Instalações Iniciais da Mabor

Em Julho de 1990, iniciou-se o grande programa de reestruturação das instalações da Mabor. Partindo de uma produção média diária de 5.000 pneus/dia em 1990, foram atingidos os 21.000 pneus/dia em 1996, ou seja, a produção quadruplicou. Atualmente a Continental Mabor tem uma capacidade média de produção de 54.000 pneus/dia, apresentando-se assim, como uma das fábricas da Continental com melhores índices de produtividade.

Produzindo, inicialmente, apenas pneus da marca Mabor, a gama da Empresa é, atualmente, muito variada quer em medidas, quer em tipos, quer em marcas.

Mais de 98% da produção destina-se à exportação. O designado Mercado de Substituição (MS) absorve mais de metade da produção anual da Continental Mabor. A parte restante é

distribuída pelas linhas de montagem, dos mais prestigiados construtores da indústria automóvel.

A Continental Mabor tem uma superfície total de cerca de 200.000 m<sup>2</sup> e uma superfície coberta total de cerca de 90.000 m<sup>2</sup>. Contando com aproximadamente 1.700 colaboradores, a empresa funciona com 5 turnos – 3 turnos à semana e 2 ao fim-de-semana (com rotatividade semanal entre si) – durante os 7 dias da semana e 24h por dia.

### 1.3.5. Estrutura Organizacional da Continental Mabor S.A.

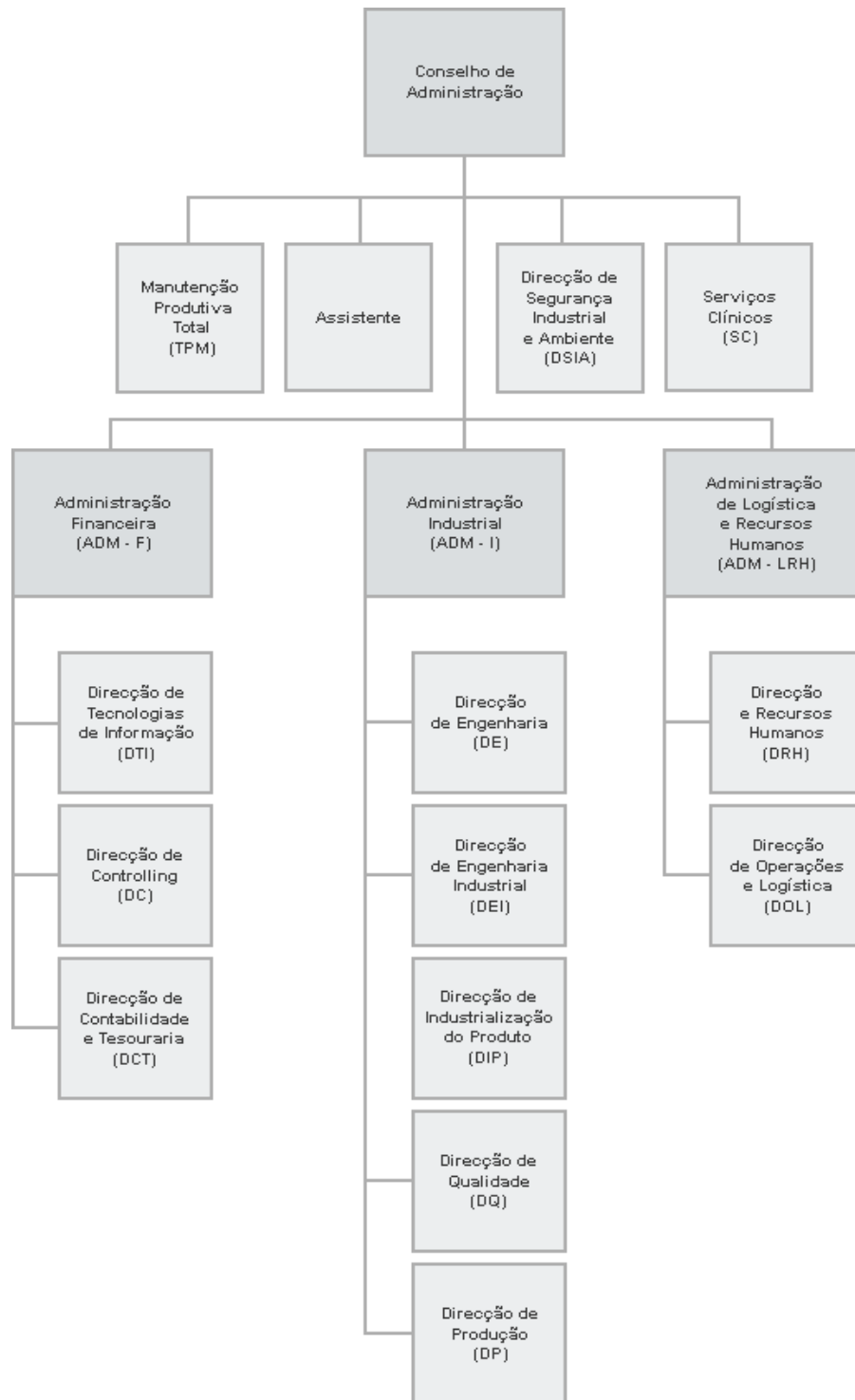



Figura 11 - Estrutura da Continental Mabor S.A.

### 1.3.6. Visão e Política da Continental Mabor



Continental Mabor  
Indústria de Pneus, S.A.

## Política da Empresa

**A Política da Continental Mabor assenta na sua Visão**

Ser **LIDER** na Divisão de Pneus da Continental

- L**ousado eficiente,
- I**nova e antecipa as necessidades dos clientes,
- D**esenvolve produtos de alta tecnologia,
- E**xcelente no conhecimento e nos processos,
- R**entável de forma sustentada.

**E na sua Missão**

- › Crescemos, criamos valor e rentabilidade sustentada, trabalhando **UNS PELOS OUTROS**;
- › Temos a **CONFIANÇA** dos clientes nos nossos serviços e produtos de tecnologia avançada;
- › Somos reconhecidos pela eficiência, qualidade, flexibilidade, inovação e **PAIXÃO POR VENCER**;
- › Promovemos a excelência de colaboradores qualificados, motivados e com **LIBERDADE PARA AGIR**.

**São ainda nossos Compromissos**

- › Cumprir a **legislação** em vigor e outros **requisitos** aplicáveis;
- › Assumir as **responsabilidades sociais**;
- › Promover a **saúde e a segurança** no trabalho;
- › Prevenir e **controlar a poluição**;
- › Usar racionalmente os **recursos naturais**;
- › Utilizar a **melhor tecnologia disponível**;
- › Intensificar programas de **melhoria contínua**.

Lousado, 2 de janeiro de 2014

O Conselho de Administração

  
(Pedro Carreira)


  
(Henry Fischer)



Figura 12 - Política e Visão da Continental Mabor

### 1.3.7. Direção da Engenharia Industrial

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito da Engenharia Industrial.

A Direção de Engenharia Industrial tem as seguintes responsabilidades:

- Realização de estudos aos processos produtivos evidenciando oportunidades de melhoria;
- Definição e supervisão de tempos padrão;
- Definição de métodos de trabalho;
- Definição e cálculo de prémios de produção;
- Cálculo de necessidades de mão-de-obra e de equipamentos produtivos;
- Gestão e coordenação de layouts;
- Cálculo de capacidades dos processos;
- Participação / liderança de projetos de melhoria contínua;
- Gestão e coordenação da limpeza (fabril & equipamentos);
- Reporting & KPI's;
- Manutenção e colaboração na implementação de Sistemas;
- Benchmarking;
- Colaboração na preparação de CR's ("Capital Requests") da fábrica;
- Gestão e coordenação do Sistema de Sugestões.

## 1.4. Processo Produtivo

### 1.4.1. Apresentação Gráfica

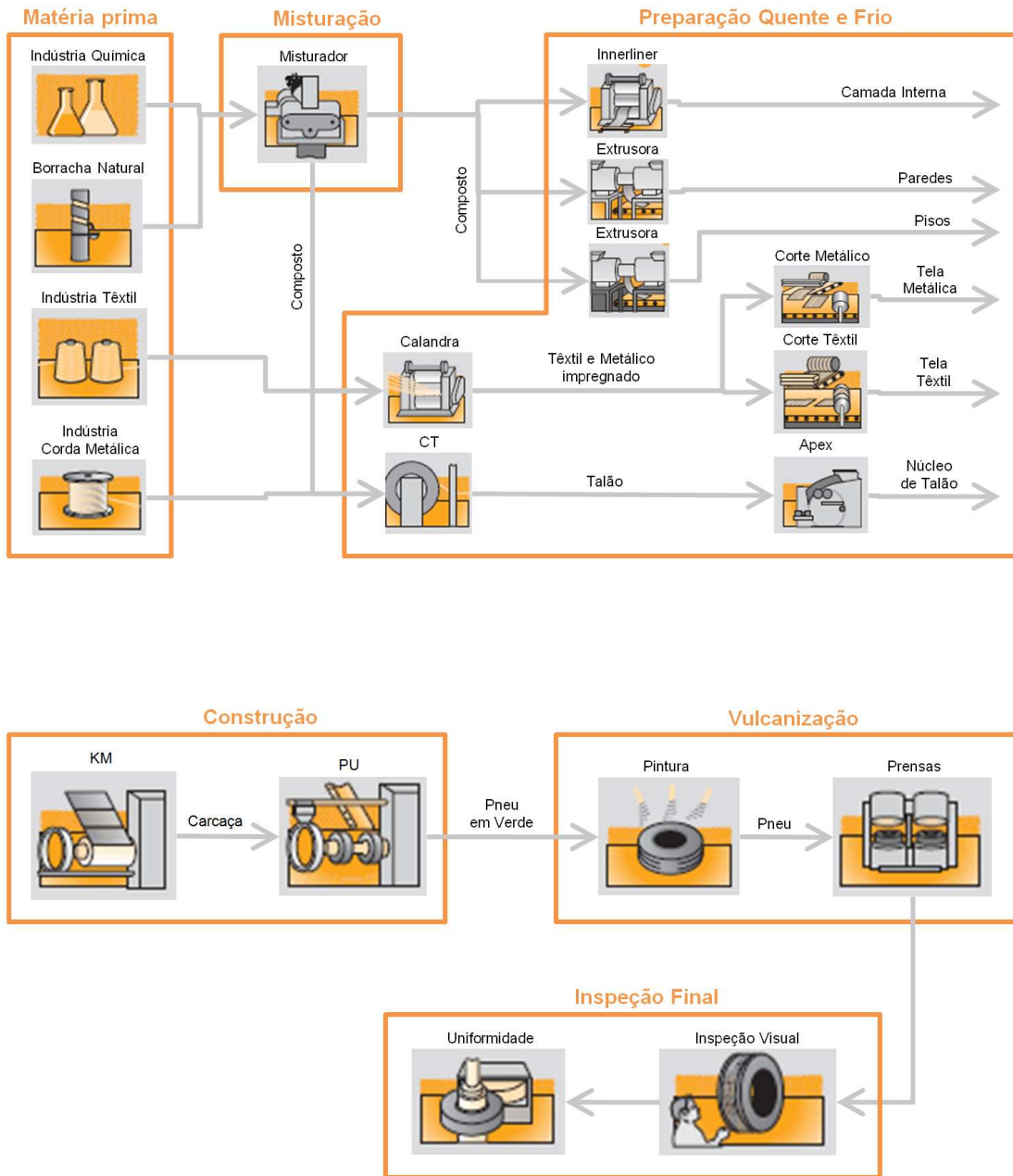


Figura 13 - Processo Produtivo

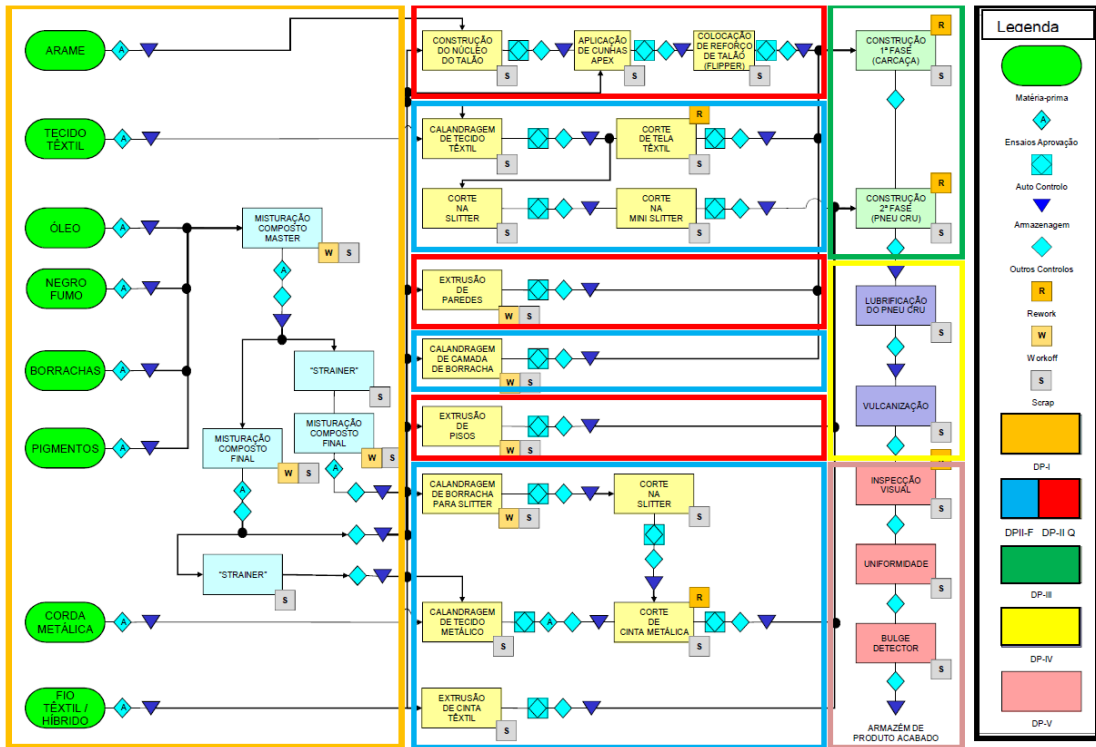


Figura 14 - Quadro Sinótico

#### 1.4.2. Departamento I – Misturação

Neste departamento inicia-se processo produtivo. Aqui são misturados todos os compostos (borracha natural, borracha sintética, pigmentos, óleo mineral, sílica, negro de fumo, entre outros) de modo a que, após as algumas fases, a borracha possa avançar para o processo seguinte.



Figura 15 - Misturação

### 1.4.3. Departamento II – Preparação Quente

Nesta fase são produzidos os talões, as cunhas, os pisos e as paredes do pneu. Em termos de equipamento, Extrusoras, CT's e Apex's são responsáveis pela preparação destes materiais, que avançam depois em diferentes tipos de carros transportadores para o processo seguinte.



Figura 16 - Preparação Quente

#### 1.4.4. Departamento II – Preparação Frio

Nesta fase são produzidas as telas têxteis e metálicas, respetivos reforços e a camada interna do pneu. Em termos de equipamento, as Máquinas de Corte Têxtil e Metálico, as Calandras e as Innerliner são responsáveis pela preparação destes materiais, que avançam depois em diferentes tipos de carros de transporte para o processo seguinte.



Figura 17 - Preparação Frio

#### 1.4.5. Departamento III – Construção

Todos os produtos fabricados nos anteriores processos são montados nos chamados módulos de construção (KM-PU), ficando pronto o “pneu em cru” ou “pneu em verde”: uma parte do módulo é utilizada para a construção da carcaça do pneu (KM), e a outra parte, junta à carcaça os “breakers” ou telas metálicas, as telas têxteis e o piso (PU).



Figura 18 - Construção

#### 1.4.6. Departamento IV – Vulcanização

Os “pneus em verde” avançam para o processo seguinte através de transportadores automáticos (GTC) e são levados às cabines de pintura para serem pintados (lubrificados) interiormente. Os lotes de pneus pintados são depois levados em carros para as prensas, nas quais o pneu é submetido a um ciclo de vulcanização, a elevadas temperaturas e pressão, onde os moldes dão o aspeto final ao pneu.



Figura 19 - Vulcanização

#### 1.4.7. Inspeção Final

Após o processo de vulcanização os pneus avançam através de transportadores automáticos para a Inspeção Final. Aqui são realizadas verificações visuais, retocagens e ensaios mecânicos de modo a garantir a qualidade do pneu. Após esta fase os pneus são paletizados e seguem para o armazém de produto acabado.



Figura 20 – Inspeção Final

#### 1.4.8. Inspeção Visual

Dentro do processo de *Inspeção Final* existem vários subprocessos. O subprocesso que será estudo neste trabalho denomina-se - *Inspeção Visual*. Aqui são realizadas as seguintes tarefas:

- Verificação de imperfeições no Ombro, na Parede Lateral, no Talão e no interior do pneu;
- Verificação do estado do Código de Barras e do DOT;
- Remoção de Flash e Eurovents;
- Classificação e Validação do pneu.

Após esta fase o pneu avança para a Uniformidade, onde serão realizados ensaios mecânicos.



Figura 21 - Inspeção Visual

## 1.5. Componentes do Pneu e Sua Função

Nesta fase pretende-se fazer uma breve descrição das diferentes partes que constituem um pneu de automóvel. A figura abaixo mostra os diversos componentes que, no seu todo, constituem um pneu:

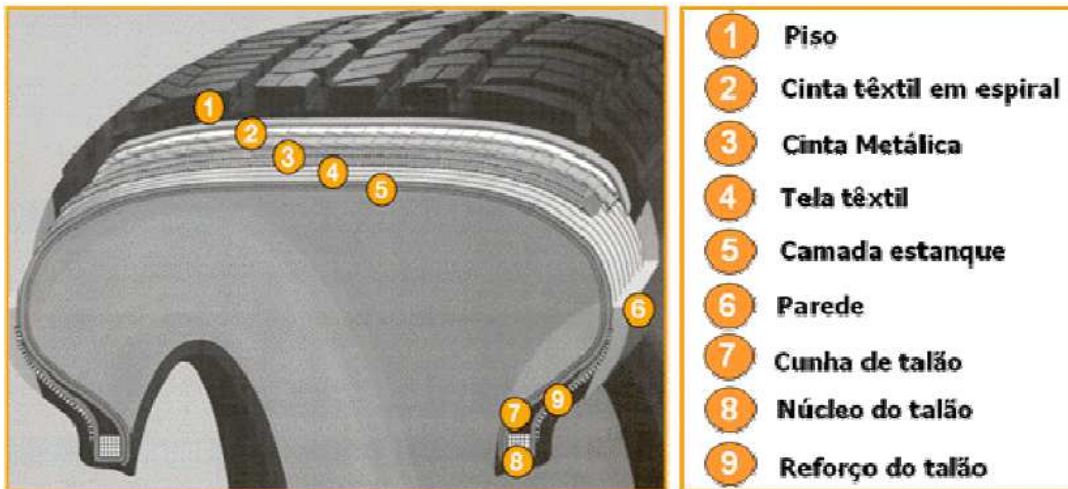


Figura 22 - Componentes do Pneu

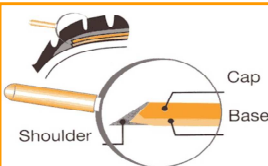
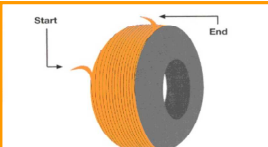
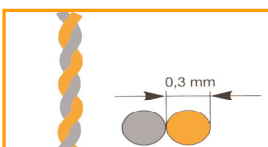
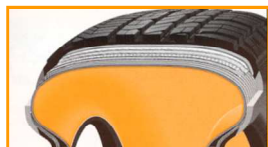


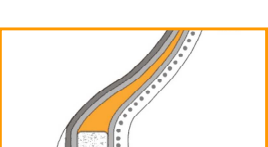
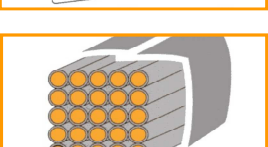
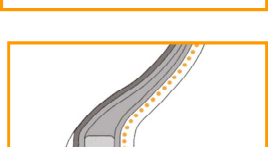
<p><b>1</b> Piso</p>		<p><b>Material:</b> Borracha natural e sintética.  <b>Funções:</b>  <b>Capa</b> - fornece aderência, resistência ao desgaste e estabilidade direccional.  <b>Base</b> - reduz a resistência ao rolamento e protege a carcaça.  <b>Extremo</b> - garante a transição do piso para a parede.</p>
<p><b>2</b> Cinta têxtil em espiral</p>		<p><b>Material:</b> Nylon coberto por camada de borracha.  <b>Funções:</b> Promove a adaptabilidade para altas velocidades e precisão de fabrico.</p>
<p><b>3</b> Cinta Metálica</p>		<p><b>Material:</b> Cordas de aço.  <b>Funções:</b> Retêm a forma e a estabilidade direccional. Reduz a resistência ao rolamento. Aumenta a longevidade do pneu.</p>
<p><b>4</b> Tela têxtil</p>		<p><b>Material:</b> Poliéster ou rayon coberto de borracha.  <b>Funções:</b> Fornece consistência ao pneu e mantêm-no sob elevadas pressões internas.</p>
<p><b>5</b> Camada estanque</p>		<p><b>Material:</b> Borracha butil.  <b>Funções:</b> Retêm o ar dentro do pneu. Funciona como câmara de ar nos pneus modernos.</p>
<p><b>6</b> Parede</p>		<p><b>Material:</b> À base de borracha natural.  <b>Funções:</b> Protege a carcaça contra choques laterais e contra a degradação atmosférica.</p>
<p><b>7</b> Cunha de talão</p>		<p><b>Material:</b> À base de borracha sintética.  <b>Funções:</b> Fornece estabilidade direccional, precisão na condução e melhora o conforto.</p>
<p><b>8</b> Núcleo do talão</p>		<p><b>Material:</b> Fio de aço cobreado coberto com borracha.  <b>Funções:</b> Assegura que o talão assente com firmeza na jante.</p>
<p><b>9</b> Reforço do talão</p>		<p><b>Material:</b> Nylon coberto por camada de borracha.  <b>Funções:</b> Fornece estabilidade direccional, precisão na condução e melhora o conforto.</p>

Figura 23 - Componentes e Sua Função

### 1.5.1. Piso do Pneu

O Piso é uma faixa de borracha constituída por três compostos distintos fortemente unidos ao longo de todo o comprimento, largura e espessura que depois de vulcanizado virá a ser o piso do pneu.



Figura 24 - Piso do Pneu

Este componente é obtido introduzindo os três tipos de compostos (base, capa e extremo) numa extrusora que força a passagem dos mesmos por uma fiação (ranhura com a forma desejada) atribuindo-lhe a forma pretendida.

## 2. Pesquisa Bibliográfica

### 2.1. Capacidade Produtiva

#### 2.1.1. Definições

Existem diversas definições para capacidade. Dum modo global, a capacidade produtiva de uma empresa define a sua competitividade.

“A capacidade pode definir-se como a capacidade de realizar, receber, armazenar, ou acomodar” [4].

Capacidade pode definir-se simplesmente como "*Taxa de Transferência*, ou número de unidades de uma instalação pode armazenar, receber, armazenar ou produzir num período de tempo” [3]

“Capacidade é o limite superior para a carga que uma unidade operacional pode lidar” [3]

A capacidade reflete os seguintes fatores [2]:

- Velocidade de resposta ao mercado;
- Estrutura de custos;
- Composição da força de trabalho;
- Nível tecnológico;
- Necessidades de apoio de gestão e de staff;
- Estratégia geral de stocks.

“Em gestão define-se capacidade como a quantidade de output que um sistema pode realizar por unidade de tempo” [1]. O autor enuncia outras definições relacionadas com capacidade, entre as quais se destacam:

- Capacidade Nominal – “Representa a capacidade teórica para a qual o processo foi concebido”, ou seja, a taxa máxima possível de output, nas condições ideais, sem qualquer tipo de perda ou perturbação no processo;
- Capacidade Efetiva – Representa a capacidade real, ou seja, a taxa de output influenciada por fatores improdutivos.

Na prática, a Capacidade Nominal é inatingível pois existem perdas inerentes ao processo que inclusivamente deverão ser consideradas no planeamento da produção. A Capacidade Efetiva é influenciada diversos por fatores - Internos e Externos.

Exemplos de fatores internos:

- Instalações;
- Implantação e fluxo produtivo;
- Composição dos produtos ou serviços;
- Projeto do processo ou produto;
- Recursos humanos;
- Disponibilidade equipamentos;
- Fatores operacionais;
- Gestão de materiais;
- Sistemas de controlo de qualidade;
- Gestão de topo.

Exemplos de fatores externos:

- Legislação governamental;
- Acordos com sindicatos;
- Fornecedores;
- Exigência de clientes;
- Concorrência;
- Política económica;
- Globalização.

A análise da capacidade produtiva de uma unidade fabril deve focar-se essencialmente nos postos de estrangulamento. Estes, sendo os postos com menos capacidade produtiva, ditam a capacidade global da unidade fabril. Um aumento de capacidade de um posto de não-estrangulamento não tem qualquer impacto na capacidade global.

Um aumento de capacidade pode ser definido a partir de 3 estratégias:

- Pró-ativa, na qual a gestão de topo, antecipando um crescimento, expande a instalação fabril;
- Neutra, na qual a capacidade é obtida apenas quando a procura atinge os 50% da capacidade total;
- Reativa, na qual a capacidade instalada é mantida até que a procura atinja os 100% da capacidade total.

## 2.1.2. Planeamento da Capacidade

O planeamento da capacidade pressupõe decisões complexas que devem ser tomadas em consonância com a estratégia de negócio das empresas. “O objetivo do planeamento de capacidade é especificar o nível de capacidade que satisfará a procura do mercado de uma forma eficiente quanto ao custo [2].

“O planeamento estratégico de capacidade é uma abordagem que permite a determinação do nível da capacidade global de recursos de capital intensivo, incluindo instalações, equipamentos e tamanho total da força de trabalho” [4].

Estas decisões condicionam a atuação da empresa no mercado e deverão fazer face a:

- Estratégia do negócio;
- Procura prevista;
- Custo das instalações;
- Comportamento esperado dos concorrentes;
- Impacto da globalização.

Relativamente à gestão da capacidade deverão ser colocadas as seguintes questões:

- Que tipo de capacidade é necessária?
- Quanto é necessário?
- Quando é necessário?

Uma tomada de decisão sobre capacidade deverá seguir o seguinte ciclo [1]:

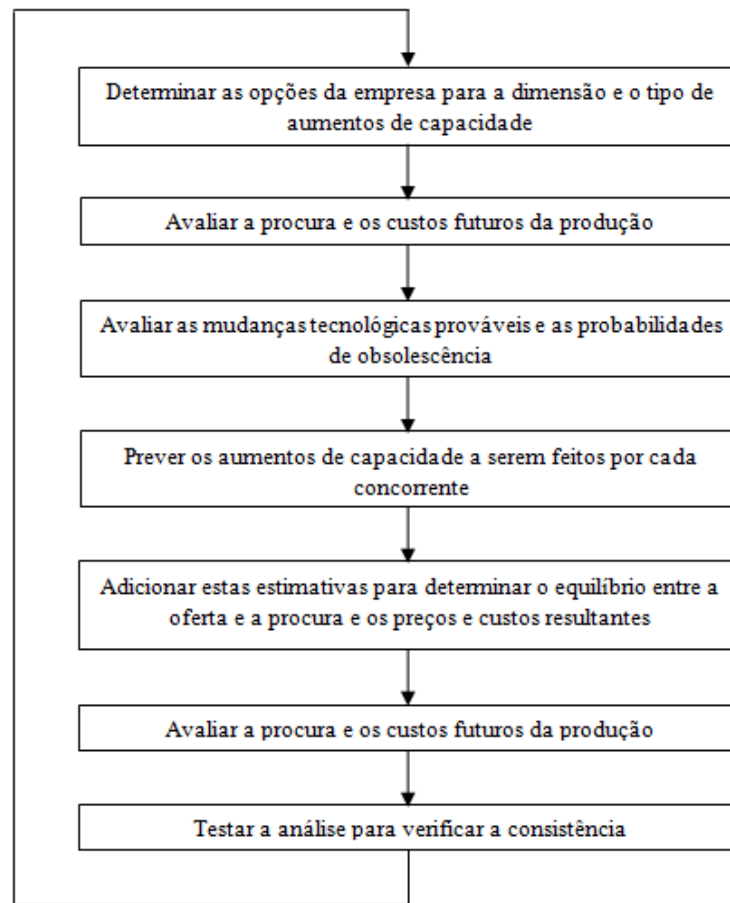


Figura 25 - Ciclo de Tomada de Decisão sobre Capacidade

O planeamento da capacidade visa especificar o nível de capacidade que satisfaz a procura de mercado de uma forma eficiente em termos de custo [1]. O autor enquadra este planeamento nas seguintes dimensões:

- Curto Prazo;
- Médio / Longo Prazo.

A curto prazo a capacidade produtiva deve ser ajustada à procura, estando apenas sujeita a ajustes finos. Este planeamento foca-se na satisfação da procura real. Excesso ou falta de capacidade produtiva instalada envolvem, direta ou indiretamente, custos que o cliente não aceita suportar (ex. custos de falhas nas entregas e custos de equipamentos não utilizados, etc).

A longo prazo a gestão de topo toma decisões estratégicas em termos de investimento tendo em vista aumentos de capacidade significativos. Este planeamento aborda potenciais aquisições e instalações de recursos produtivos sendo tomadas decisões relativas a capacidades globais, pressupondo tempos elevados de concretização. “A capacidade neste contexto é faseada por natureza, pois fábricas novas ou expansões importantes evidenciam um passo importante quando representadas graficamente relativamente a capacidade de curto/médio prazo” [2].

A tabela seguinte pretende mostrar estratégias de planeamento da capacidade numa escala temporal [3]:

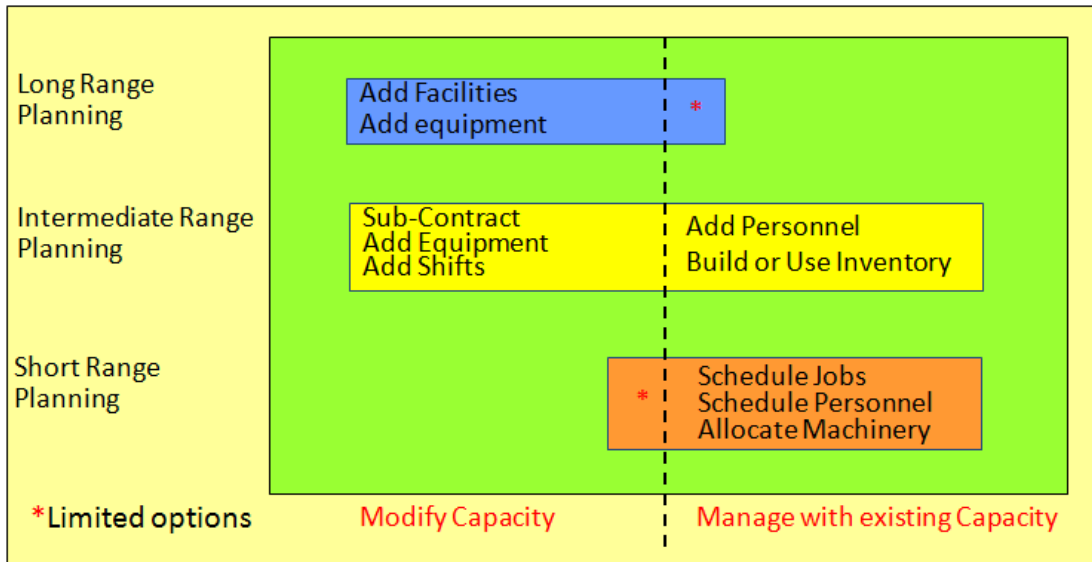


Figura 26 – Estratégias de Planeamento da Capacidade

“Enquanto o planeamento a curto prazo, geralmente, é da competência das chefias intermédias e diretas, o planeamento a médio / longo prazo já será da competência da gestão de topo, não somente por envolver investimentos significativos, mas também porque tem impacto na competitividade da organização” [1].



Figura 27 - Planeamento e Níveis de Decisão

As próximas figuras mostram diversas estratégias para aumento de capacidade [3]:

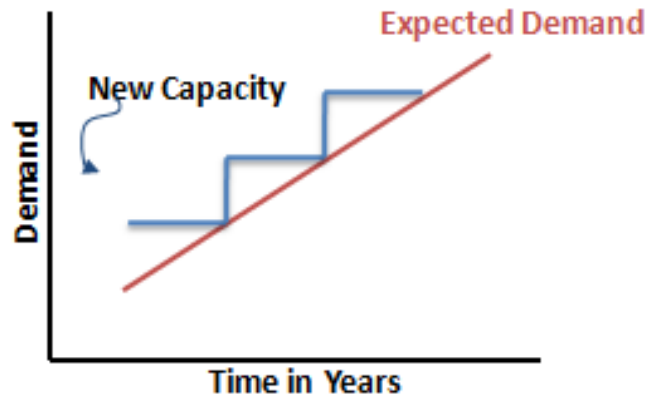


Figura 28 - Capacidade “acompanha em avanço” a procura através de expansões

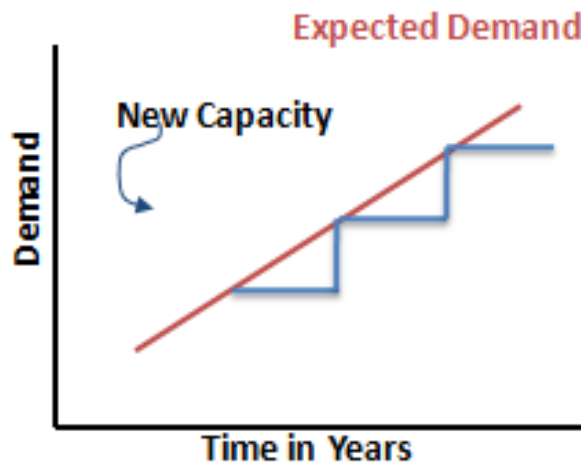


Figura 29 - Capacidade “acompanha em atraso” a procura através de expansões

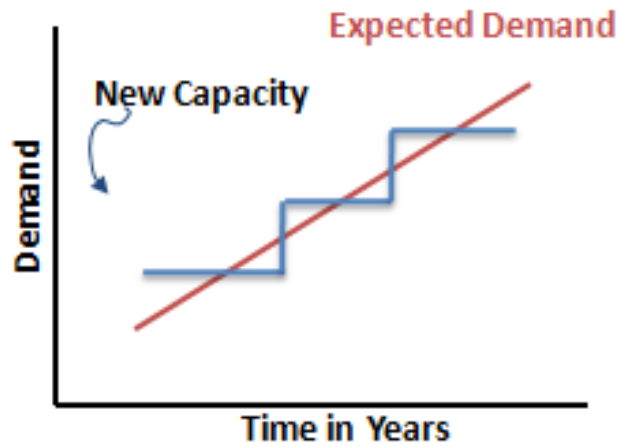


Figura 30 - Capacidade média acompanha a procura através de expansões

### 2.1.3. Equilíbrio de Capacidade

“A capacidade de produção de uma organização deve ser adequada à procura esperada, evitando-se, tanto quanto possível, situações de sobrecapacidade ou de subcapacidade” [2].

Uma capacidade excessiva provoca custos elevados associados a recursos subaproveitados. Refere também que perante uma capacidade reduzida poderá levar a uma perda de clientes assim como a perda de quota de mercado [2].

“Assim, a decisão sobre a capacidade de um sistema de produção tem uma importância fundamental, não somente ao nível da função mas, fundamentalmente, ao nível global da organização, uma vez que afeta a sua competitividade” [2].

A capacidade de uma unidade fabril considera-se equilibrada quando o output de uma estação corresponde à necessidade exata da estação seguinte. “Na prática, contudo, atingir tal perfeição de conceção é muito difícil se não impossível” [2]. O autor refere ainda que esta “perfeição de conceção” torna-se inatingível devido a:

- Diferenças entre os níveis de operação das várias fases do processo;
- Variabilidade na procura do produto e nos próprios processos;

Assim, torna-se necessário definir estratégias para lidar com desequilíbrios. O autor refere que estes desequilíbrios podem minimizados através de:

- Aumento da capacidade dos postos de estrangulamento;
- Criação de stocks de segurança.

A próxima imagem pretende mostrar o ponto ideal de utilização de capacidade [4]:

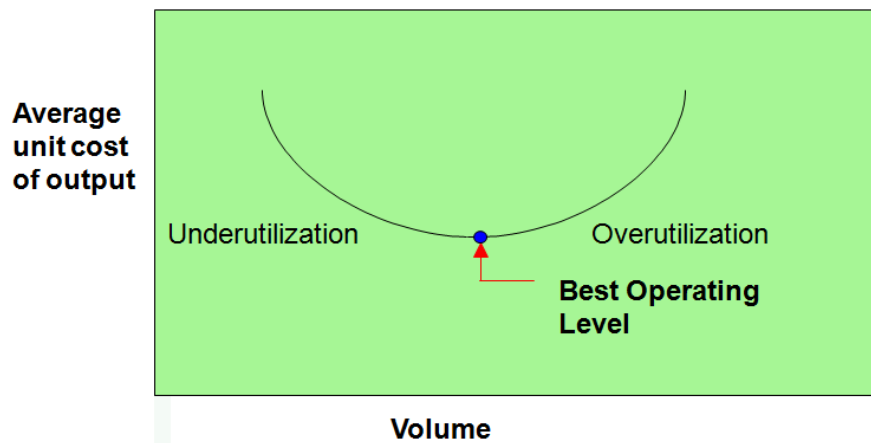


Figura 31 – Nível de Utilização da Capacidade

Relativamente à questão do ponto ideal de utilização da capacidade, deverá ser existir uma visão realista baseada no paradigma da produção clássica: *Qualquer capacidade não utilizada é um aumento do custo de produção unitário.*

Na atual conjuntura de mercado é fundamental a obtenção de flexibilidade dos processos e respetiva capacidade, ou seja, “ter a capacidade de entregar o que o cliente quer dentro de um prazo de aprovisionamento mais curto do que o dos concorrentes” [2]. Esta flexibilidade pode ser obtida através de:

- Processos flexíveis;
- Mão-de-obra flexível;
- Parcerias de subcontratação.

## 2.2. Planeamento Agregado

A médio-prazo e a um nível mais detalhado surge o conceito de *Planeamento Agregado*. Este consiste em planear a quantidade a ser produzida a médio prazo por meio do ajuste da cadência de produção, da disponibilidade de mão-de-obra, do nível de stock e outras variáveis controláveis por forma a minimizar o custo total. O objetivo passa por acompanhar a instabilidade da procura através de uma utilização eficiente dos recursos existentes.

Existem diferentes estratégias de resposta às oscilações da procura, tais como:

- Variação de tamanho da equipa de trabalho;
- Tempo ocioso extra;
- Variação dos níveis de stock;
- Aceitação de pedidos para atendimento futuro;
- Subcontratação;
- Utilização de capacidade (cadência de produção).

Poderá ser adotada uma estratégia apenas, assim como uma combinação de diversas estratégias, sendo que as mesmas ditarão a flexibilidade da empresa em termos de capacidade de resposta à procura incerta. Qualquer estratégia ou combinação de estratégias envolve custos e riscos associados que deverão ser considerados.

Existem dois tipos de Planeamento Agregado:

- Bottom-up (“de baixo para cima”):
  - Consiste em desenvolver planos de produção para os principais tipos de produtos e famílias de produtos, sendo posteriormente consolidados numa plano global (agregado), o qual indica o volume total de produção a satisfazer;
  - Requer um cálculo computacional muito elevado.
- Top-down (“de cima para baixo”):
  - Consiste em desenvolver um plano global que satisfaça a procura, sendo posteriormente desagregado em diversos planos individuais para os vários centros de trabalho;
  - Não requer cálculo computacional.

### 2.3. Layout Produtivo

O layout de um setor de produção de uma organização pode ser definido como a localização e a distribuição espacial dos recursos produtivos. Esta distribuição tem impacto direto no desempenho da unidade. O planejamento do layout assume um papel preponderante na obtenção de vantagens competitivas para o atendimento dos requisitos do mercado [5]

O espaço disponível para implementar uma fábrica representa um recurso importante da mesma. Assim, a correta utilização desse espaço físico torna-se um fator importante para o seu bom funcionamento, na medida em que define a sua organização fundamental e fluxos de materiais e informações. Desta lógica resultam efeitos que se farão sentir a médio e longo prazo [5].

“O desenvolvimento de bons layouts possibilita que os materiais, o pessoal e as informações fluam de uma forma eficiente e segura” [8].

Destacam-se algumas das razões práticas que tornam as decisões sobre layouts importantes [9]

- Organizar o arranjo físico é frequentemente uma atividade difícil e de longa duração devido às dimensões físicas de recursos de transformação movidos;
- O rearranjo físico de uma operação existente pode interromper o seu funcionamento suave, levando à insatisfação do cliente ou perdas na produção;.

No desenvolvimento de um layout devem ser considerados os seguintes fatores operacionais [10]:

- Requisitos tecnológicos;
- Investimento em equipamentos;
- Flexibilidade desejada para o sistema;
- Distribuição da carga de trabalho;
- Número de peças a produzir;
- Número de máquinas por grupo;
- Características das máquinas;
- Frequência de fabrico;
- Aspectos políticos internos da empresa.

“(…) um bom projeto de arranjo físico pode visar tanto eliminar atividades que não agregam valor como enfatizar atividades que agregam, como [11]:”

- Minimizar os custos de manuseamento e movimentação interna de materiais;
- Utilizar o espaço físico disponível de forma eficiente;
- Apoiar o uso eficiente da mão de obra, evitando que esta se movimente desnecessariamente;
- Facilitar a comunicação entre as pessoas envolvidas na operação, quando adequado;
- Reduzir tempos de ciclo dentro da operação, garantindo fluxos mais lineares, sempre que possível e coerente com a estratégia;
- Facilitar a entrada, saída e movimentação dos fluxos de pessoas e de materiais;
- Incorporar medidas de qualidade e atender a exigências legais de segurança no trabalho;
- Facilitar manutenção dos recursos, garantindo fácil acesso;
- Facilitar acesso visual às operações, quando adequado.

O layout selecionado servirá para estabelecer as relações físicas entre as atividades. A decisão sobre um layout pode ser afetada por [12]:

- Centralização vs descentralização do stock em processo, ferramental e fornecedores;
- Trajetória fixa vs trajetória variável para o manuseamento de materiais em processo;
- O lote de carga planejado para o sistema;
- O grau de automação usado no manuseamento;
- O tipo de nível de controle de inventário, controle físico e controle por computador dos materiais.

Outras considerações importantes na decisão do tipo de processo e layout [13]:

- A produtividade operacional pode ser afetada se certos postos de trabalho podem ser operados por pessoal comum em alguns layouts, mas não noutros;
- O downtime despendido em esperas por materiais pode ser causado por dificuldades no manuseamento, resultante de um layout inadequado ao fluxo de materiais e transporte dos mesmos;

- O ambiente de trabalho, incluindo temperatura, nível de ruído e segurança costumam estar diretamente relacionados com o layout selecionado, devendo ser considerados na análise de decisão.

Após a tomada de decisão de implementação de um layout fabril, é necessário verificar a sua eficácia. Podem resumir-se em 3 categorias os índices relevantes para esta avaliação [14]:

- Taxas de utilização dos recursos de pessoas, equipamentos, espaço e energia;
- Taxas de controlo de gestão de materiais e transporte;
- Taxas de eficiência operacional para manufatura, stock, receção e expedição.

Tais índices podem possuir as seguintes limitações e deficiências [15]:

- Parâmetros difíceis de serem obtidos na prática;
- Dados demasiado detalhados apenas possíveis de obter após implementação do layout.

Um layout errado pode levar a [7]:

- Padrões de fluxo excessivamente longos;
- Stock de materiais;
- Falhas de fornecimento intermédio ao longo da operação;
- Tempos de processamento desnecessariamente longos;
- Operações inflexíveis;
- Fluxos imprevisíveis.

Todos estes fatores assumem um papel ainda mais relevante se for referido que direta ou indiretamente está em causa o custo de fabrico dos produtos, ou seja, sendo o valor de venda fixado pelo mercado, está em causa a margem de lucro da organização [6].

## 2.4. REFA

REFA (**R**eichsausschuß für **A**rbeitszeitermittlung) é uma associação alemã para o estudo do trabalho. A Continental Mabor como organização referencia-se nas metodologias REFA para os estudos realizados aos processos produtivos. Estas metodologias têm como princípio base a redução e otimização dos custos de produção quer na indústria quer em empresas de serviços.

Com uma metodologia única no mundo em termos de Organização e Gestão da Produção os cursos REFA permitem:

- Rentabilização e humanização do trabalho;
- Administração e gestão eficaz e competitiva;
- Aumento da produtividade;
- Rentabilização dos colaboradores;
- Melhores condições de trabalho;
- Redução de custos de produção através da otimização dos processos de trabalho;
- Desenvolver métodos de trabalho adequados à execução de tarefas;
- Introduzir melhorias contínuas em todos os postos de trabalho e setores da empresa, tendo em conta a sua rentabilidade e as necessidades dos recursos humanos.

Todos os aspetos essenciais do funcionamento de uma empresa são abordados nos cursos REFA:

- Engenharia industrial;
- Estudo de tempos;
- Sistemas de renumeração;
- Planeamento, coordenação e controlo;
- Sistemas de gestão de qualidade;
- Logística (marketing, fornecedores e produção);
- Cálculo de custos previstos e de processo.

As metodologias REFA permitem, entre outros parâmetros, a determinação do *Tempo Previsto* de operações. Para tal existem diversas ferramentas, entre as quais o método *Cronometragem*. Este método será apresentado e desenvolvido posteriormente.

A Continental Mabor prevê, no plano de formação e desenvolvimento da Direção de Engenharia Industrial, a obtenção do certificado REFA. Atualmente todos os técnicos desta Direção são Especialistas REFA.

## 2.5. Cronometragem

É da responsabilidade da Direção de Engenharia Industrial realizar estudos aos processos produtivos. Estes estudos permitem obter diversos resultados que servem de apoio à decisão a outras direções dentro da estrutura da empresa.

É prática desde longa data da Continental Mabor utilizar a técnica da *Cronometragem* como ferramenta para a obtenção de tempos-padrão que posteriormente conciliados com outros fatores permitem a determinação da *Capacidade* produtiva.

### 2.5.1. Introdução ao Método

Uma *Cronometragem* consiste na determinação de tempos previstos através da medição e avaliação de tempos reais. O seu desenvolvimento deverá passar pelas seguintes fases:

- Descrição do sistema de trabalho (processo, método, condições de trabalho, especificações, etc.);
- Determinação das quantidades de referência;
- Determinação das variáveis (distância, peso, forma, tipo de produto, etc.);
- Determinação dos graus de rendimento;
- Determinação dos tempos reais para cada fase do processo.

Para a realização de uma cronometragem é necessário garantir as seguintes condições:

- O técnico deverá conhecer a fundo o processo em análise;
- O processo ou posto de trabalho deve estar conformado;
- Dominar a técnica de cronometragem e de avaliação do grau de rendimento;
- Evitar interrupções durante a cronometragem;
- Fazer o levantamento dos tempos tendo o cuidado de posicionar-se de modo a não influenciar o processo e poder observar o mesmo devidamente;
- Respeitar todos os acordos internos e acordos coletivos que possam existir;
- Informar o trabalhador sobre a finalidade e objetivo do estudo;
- Garantir todas as medidas de segurança;
- O levantamento de tempos deve ser feito com o processo em andamento.

## 2.5.2. Diagrama do Método

A associação REFA tem um procedimento padrão para o desenvolvimento de uma *Cronometragem*. A figura abaixo permite observar esse mesmo procedimento:

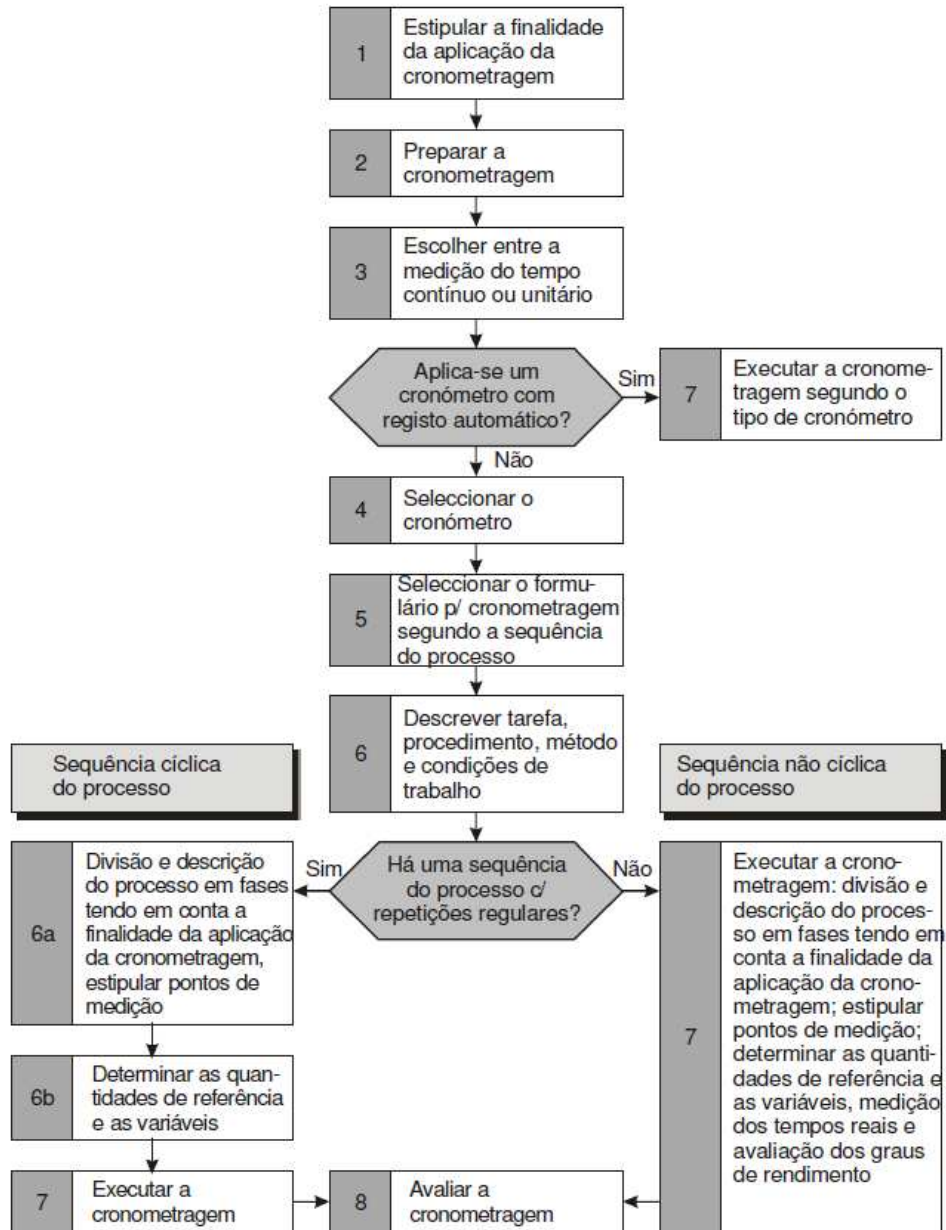


Figura 32 - Diagrama do Método Cronometragem

### 3. Desenvolvimento Prático

O desenvolvimento prático foi iniciado com o estudo do processo *Inspecção Visual*. Deste estudo resultou o conhecimento detalhado do ciclo produtivo, fundamental para a aplicação do método *Cronometragem*.

#### 3.1. Descrição da Tarefa e Pontos de Medição

Após a análise da tarefa foram definidas as seguintes operações básicas:

- Pressionar sensor (1);
  - Prender pneu / Iniciar rotação;
  - Inspecionar pneu;
  - Cortar flash da parede;
  - Cortar flash do talão;
  - Cortar flash do piso;
  - Cortar eurovents do piso;
  - Cortar eurovents da parede;
  - Aplicar cera preta;
  - Marcar com cera vermelha;
  - Rotação manual;
- Pressionar sensor (2);
  - Soltar pneu;
  - Rotação do pneu;
  - Baixar base;
- Pressionar sensor (3);
  - Prender pneu / Iniciar rotação;
  - Inspecionar pneu;
  - Cortar flash da parede;
  - Cortar flash do talão;
  - Cortar flash do piso;
  - Cortar eurovents do piso;
  - Cortar eurovents da parede;
  - Aplicar cera preta;
  - Marcar com cera vermelha;
  - Verificar linhas do piso;
  - Classificar pneu;
  - Validar pneu;



### 3.3. Validação da Cronometragem

#### 3.3.1. Análise Estatística

Após uma *Cronometragem* é necessário validar os respectivos tempos. Esta validação consiste nos seguintes passos:

- Determinar o Grau de Variação ( $v$ );
  - Através da Variância ( $s^2$ ) e do Desvio Padrão ( $s$ );
- Determinar a Área de Confiabilidade ( $\mathcal{E}$ );
  - Através da leitura do Ábaco específico;
    - Através da Dimensão da Amostra e do Grau de Variação ( $v$ );
- Comparar a Área de Confiabilidade Real ( $\mathcal{E}$ ) com a Área de Confiabilidade Prevista ( $\mathcal{E}'$ );
- Se o valor real for inferior ao previsto → Amostra Válida;
- Se o valor real for superior ao previsto → Amostra Inválida.

Se a amostra for inválida:

- Determinar a Dimensão da Amostra ( $n'$ );
  - Através da leitura do Ábaco específico;
    - Através da Área de Confiabilidade ( $\mathcal{E}$ ) e do Grau de Variação ( $v$ ).

A partir da nova Dimensão da Amostra ( $n'$ ) efetuar as cronometragens em falta e repetir todo o processo.

### 3.3.2. Validação de Resultados

Processo	Nº de ciclos [n°]	V. Médio $\bar{z}$ [min]	Variância $S_z^2$ [ $\text{min}^2$ ]	D. Padrão $S_z$ [min]	G. Variação [%]	Área de Fiabilidade		n suficiente?		Nº necessário de tempos unitários n'
						Valor real $\epsilon$ [%]	Valor Previsto $\epsilon$ [%]	sim	não	
Fase 1	30	12,49	6,07	2,46	19,73%	7,30%	10%	X		
Fase 2	30	2,54	0,20	0,45	17,60%	6,50%	10%	X		
Fase 3	30	12,43	6,48	2,55	20,49%	7,70%	10%	X		
Fase 4	30	1,96	0,04	0,20	10,20%	3,80%	10%	X		
Ciclo	30	29,53	10,62	3,26	11,04%	4,20%	10%	X		

Nota: Valor real ( $\epsilon$ ) obtido através de ábaco para determinação de  $\epsilon$  em dependência de  $v$  e  $n$  segundo o procedimento do grau de variação (nível de confiança 95%).

Tabela 2 - Tabela de Validação de Resultados

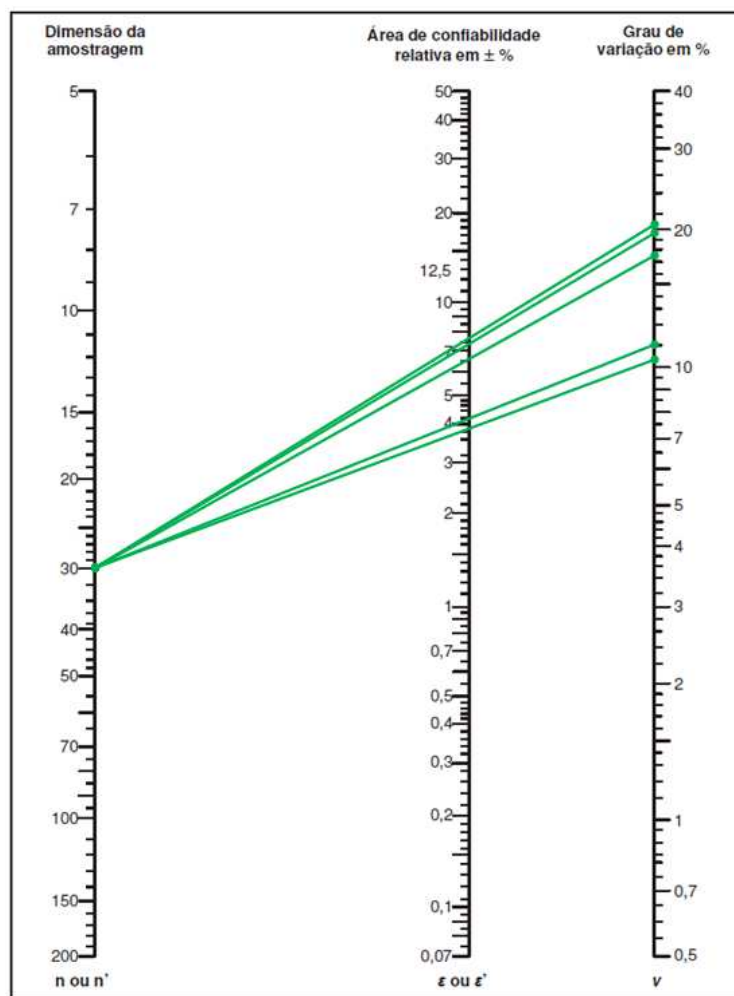


Tabela 3 - Ábaco para Validação Estatística

Determinação de  $\epsilon$  em dependência de  $v$  e  $n$  segundo o procedimento do grau de variação (nível de confiança de 95%).

Esta validação demonstrou que o número de observações foi suficiente, considerando um erro relativo de 10% e um nível de confiança de 95%.

### 3.4. Tempo Distributivo

*Tempo Distributivo* consiste na soma dos tempos previstos de todas as fases do processo também necessários à execução da tarefa. Este tempo refere-se à unidade de quantidade 1 e é indicado como uma percentagem do *Tempo Básico*.

No processo em questão existe apenas *Tempo Distributivo Pessoal*. Devem ser consideradas as pausas para lanche e almoço. Estas perfazem um total de 60 minutos, o que representa 12,5% do tempo disponível (480 min) e 14,3% do Tempo Básico (29,53 s).

$$Z_p = 14,3 \%$$

### 3.5. Tempo de Descanso

A necessidade de se considerar um *Tempo de Descanso* surge pela crescente fadiga que a atividade provoca. Esta *Fadiga* tem influência direta na eficácia e na eficiência do trabalhador. Os períodos de descanso minimizam o impacto da *Fadiga* no rendimento e podem aumentar a motivação para as seguintes fases do trabalho.

O *Tempo de Descanso* é a interrupção da atividade para redução da *Fadiga* causada por essa mesma atividade. Este, consiste na soma dos tempos previstos de todas as fases do processo necessários para o descanso do trabalhador é referente à unidade quantitativa 1.

### 3.5.1. Trabalho Muscular Estático

Na operação em questão o trabalhador necessita apenas de deslocar o pneu sobre os suportes. Não tendo de suportar diretamente o peso do pneu, deve portanto ser considerado um valor baixo relativo ao *Trabalho Muscular Estático*.

Tarefa: montagem com braço estendido na horizontal		
Peso em kg	Tempo de sustentação em min	Grau de esforço
0,5	0,2	1
1,0	0,1	1
0,5	0,4	2
1,0	0,25	2
2,0	0,1	2
0,5	0,6	3
1,0	0,4	3
2,0	0,2	3
3,0	0,1	3
> 0,5	> 0,6	4
> 1,0	> 0,4	4
> 2,0	> 0,2	4
> 3,0	> 0,1	4

Grau de esforço	Acréscimos de descanso $Z'_{ME}$ em %
0 (muito baixo)	0
1 (baixo)	até 5
2 (regular)	até 15
3 (alto)	até 30
4 (muito alto)	acima de 30

Tabela 4 - Tabela Específica para Trabalho Muscular Estático

$Z_{er1} = 5,0 \%$

### 3.5.2. Trabalho de Atenção / Concentração

Tratando-se de uma operação de inspeção visual deve ser considerado um fator relevante relativo à *Atenção / Concentração*.

Grau	Actividade
0	Trabalhos de produção sem tarefas de observação ou de controlo. <i>Exemplo: descarregar do camião produtos a granel</i> <i>Tarefa: descarregar do camião o produto a granel manualmente com uma pá para uma tremenda</i>
1	Actividades de controlo com poucas características simples de controlo. <i>Exemplo: operar máquinas-ferramenta simples.</i> <i>Tarefa: fixar a peça, controlar a dimensão e supervisionar a operação</i>
2	Actividades de controlo com inúmeras características de controlo. <i>Exemplo: controlar sapatos</i> <i>Tarefa: controlar o respectivo par segundo o número de produção, tamanho, cor, composição do par e comparar com os respectivos dados da caixa.</i>
3	Actividade contínua de controlo com inúmeras características de controlo e ciclo de trabalho previsto. <i>Exemplo: controlar a superfície do papel.</i> <i>Tarefa: controlar a folha branca de papel de 61 x 86 cm em relação a danos nos dois lados da folha, a diferença de cor, a sujidade e irregularidades a uma distância de cerca de 70 a 100 cm e o ciclo de trabalho previsto</i>
4	Actividade contínua de controlo com inúmeras características de controlo e ciclo de trabalho previsto sob condições dificultadas. <i>Exemplo: controlar garrafas de vidro</i> <i>Tarefa: as garrafas que passam continuamente pelo posto de controlo por meio do dispositivo de transporte devem ser controladas em relação a erros de produção, limpeza, grau de enchimento, entre outros. Neste caso, deve-se observar directamente a parte da frente e a parte de trás através de um espelho</i> <i>Casos extremos: controlar a superfície de materiais coloridos na máquina de revisão, ajuste fino de aparelhos de precisão, por exemplo, com o auxílio de microscópio, estenógrafo parlamentar, controlador de tráfego aéreo, intérprete de tradução simultânea</i>

Grau de esforço		Acréscimos de descanso $Z_{red}$ em %
0	(muito baixo)	0
1	(baixo)	até 3
2	(regular)	até 6
3	(alto)	até 10
4	(muito alto)	acima de 10

Tabela 5 - Tabela Específica para Trabalho de Atenção / Concentração

**$Z_{red} = 10,0 \%$**

### 3.6. Tempo Previsto

Nesta fase, a partir do *Tempo de Básico* ( $t_g$ ), do *Tempo Distributivo* ( $Z_p$ ), e dos *Tempos de Descanso* é possível determinar o *Tempo Previsto* ( $t_e$ ).

$$T_g = 29,53 \text{ s / pneu}$$

$$Z_p = 14,3 \%$$

$$Z_{er1} = 5 \%$$

$$Z_{er2} = 10 \%$$

$$T_{er} = 29,53 \times ( 0,143 + 0,05 + 0,10 ) = 8,65 \text{ s / pneu}$$

$$T_e = 29,53 + 8,65 = 38,18 \text{ s / pneu}$$

### 3.7. Análise do Layout Atual

O estudo dum processo produtivo envolve obrigatoriamente a compreensão do seu *Layout*. Nesta fase do relatório é apresentado o atual *Layout* assim como todos os detalhes do seu respetivo fluxo de alimentação e de saída.

#### 3.7.1. Fluxo e Lógica de Alimentação

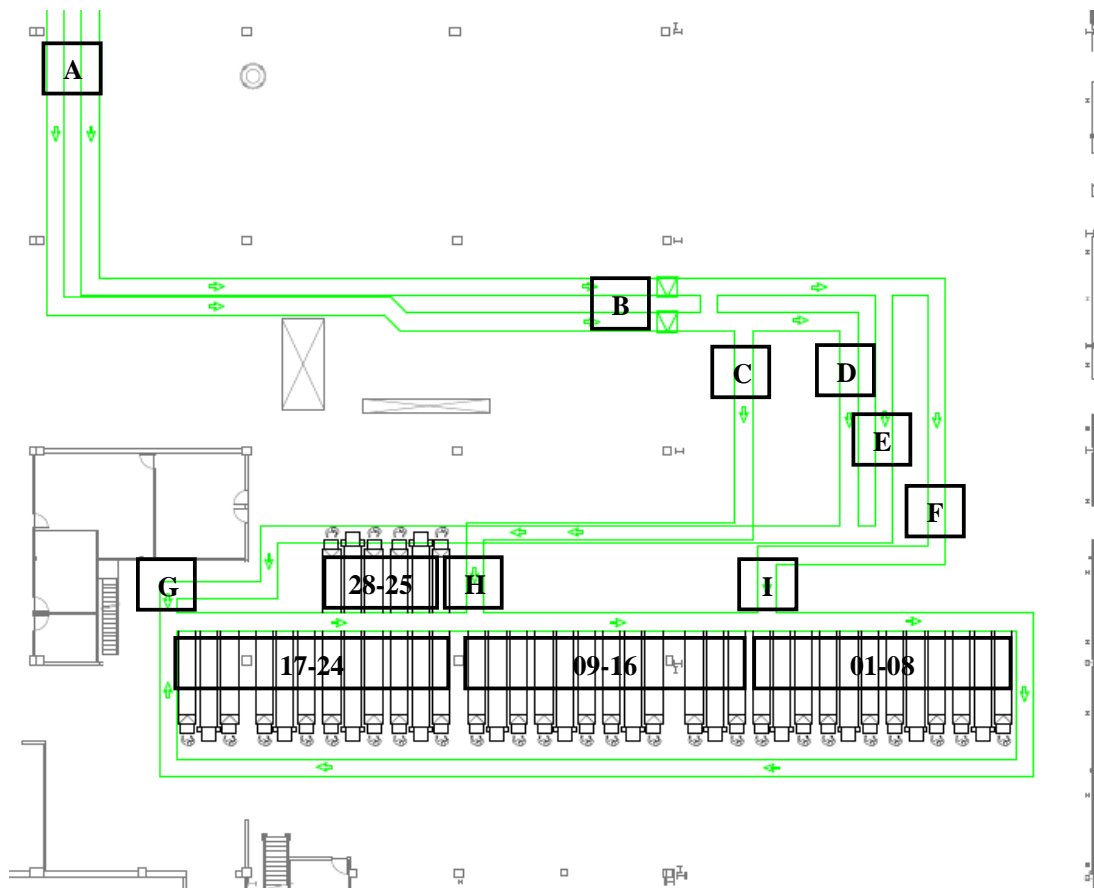


Figura 33 - Layout Atual (alimentação)

(ver detalhes no anexo B)

Após o processo de *Vulcanização* todos os pneus avançam pelos 2 transportadores A, denominados Área 200 e área 201. Seguidamente os pneus são lidos em B e divididos entre *Pneus Grandes* e *Pneus Pequenos*. Desta divisão surgem os 4 transportadores C, D, E e F. Posteriormente estes 4 transportadores resultam em apenas 3 através da junção de D e E.

Assim, o loop de alimentação das *Inspektomats* é alimentado por 3 transportadores, 2 com *Pneus Pequenos* e 1 com *Pneus Grandes*.

A lógica de alimentação das *Inspektomats* é a seguinte:

- Os pneus provenientes de G são alocados às *Inspektomats* 17 a 28;
- Os pneus provenientes de H são alocados às *Inspektomats* 09 a 16;
- Os pneus provenientes de I são alocados às *Inspektomats* 01 a 08;
- Se houver recirculação, os pneus são alocados a qualquer *Inspektomat* segundo uma lógica de prioridade volante.

### 3.7.2. Fluxo e Lógica de Saída

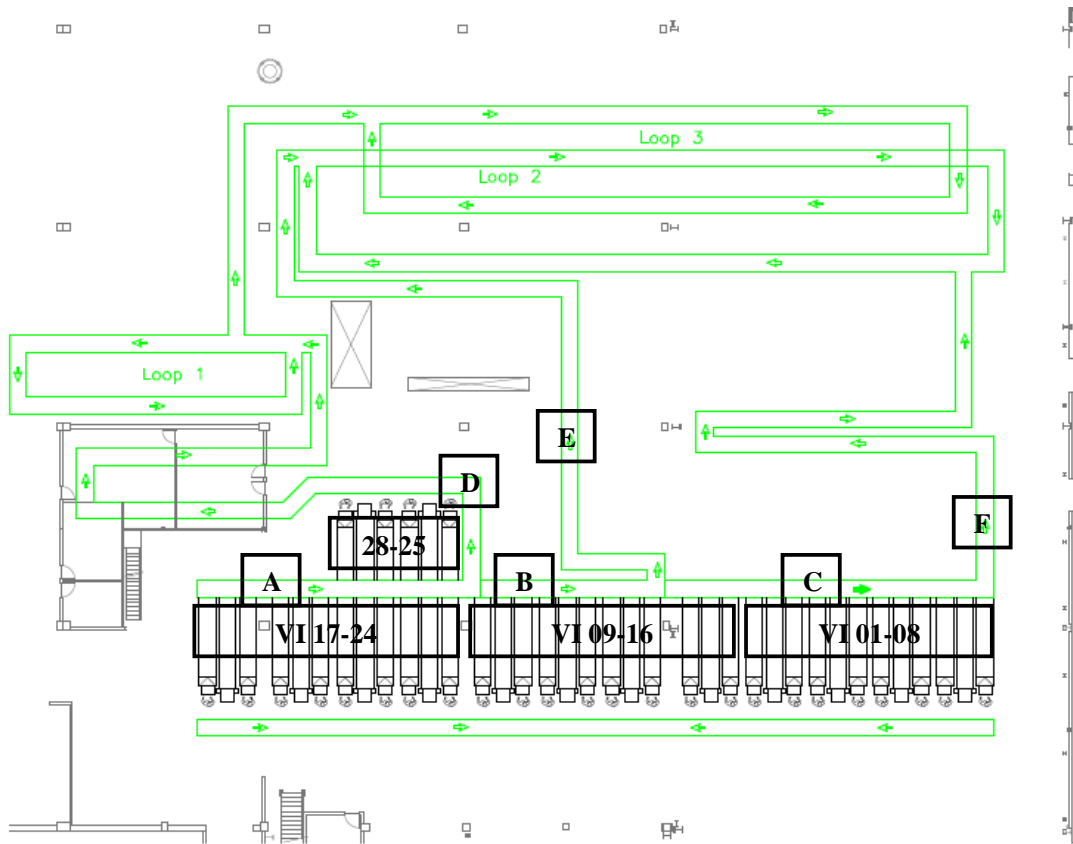


Figura 34 - Layout Atual (saída)

(ver detalhes no anexo C)

Após a *Inspeção Visual*, o pneu avança para um transportador comum a todas as *Inspektomats*. Este último subdivide-se em 3 transportadores com a seguinte alocação:

- Os pneus provenientes das *Inspektomats* 17 a 28 avançam para A;
- Os pneus provenientes das *Inspektomats* 09 a 16 avançam para B;
- Os pneus provenientes das *Inspektomats* 01 a 08 avançam para C;

Seguidamente, de cada um destes 3 transportadores (A, B e C), surgem os transportadores D, E e F, que alimentam os Loops de Uniformidade. Estes transportadores são alimentados através da seguinte lógica:

- Todos os pneus do transportador C avançam para o transportador F;

- Os pneus do transportador B avançam sempre para o transportador E exceto se este último estiver obstruído;
- Os pneus do transportador A avançam para os transportadores D ou B em função de serem *Pneus Grandes* ou *Pneus Pequenos* (se avançarem para B seguem a lógica do item anterior).

### 3.8. Perturbações e Limitações do Processo

O processo produtivo analisado, como qualquer processo, tem perturbações e ineficiências com impacto direto na capacidade produtiva. Este impacto, normalmente representado sob a forma de percentagem do tempo produtivo, é responsável pela diferença entre capacidade teórica (máxima) e capacidade real, que será tanto maior quanto maior for esta perda.

Nos sistemas produtivos tecnologicamente avançados existem softwares de controlo que registam e gerem este tipo de informação automaticamente, ou manualmente, gerando históricos e relatórios posteriormente analisados pelas equipas de gestão.

No processo produtivo *Inspecção Visual*, à semelhança dos restantes processos da Continental Mabor, existe um software onde os inspetores deverão registar e classificar as perdas.

Os registos manuais de perdas por parte dos operadores são úteis para a gestão e fazem sentido quando as perdas em causa têm durações significativas, ou seja, quando têm uma duração bem superior ao tempo do próprio registo. Não fará sentido um operador perder mais tempo a efetuar um registo de uma perda do que a perda em si. Assim sendo, é considerado que existe um conjunto de perdas que não justificam o seu registo, as denominadas *Micro Paragens*.

O processo produtivo *Inspecção Visual* é um processo relativamente estável, ou seja sem perdas de grande duração, mas fortemente perturbado por micro paragens, ou seja, paragens de curta duração que o inspetor nem sequer regista no software dedicado. Assim sendo, não há qualquer registo ou histórico de quais as perturbações em causa nem respetivo peso na perda de capacidade produtiva.

#### 3.8.1. Classificação das Perturbações

Como referido no item anterior, não existe informação disponível que classifique as atuais perturbações e que nos permita perceber quais as causas da perda de capacidade produtiva. Assim, foi criado um *Diagrama Causa-efeito* que permitisse perceber quais os potenciais fatores em jogo. Seguidamente foi solicitado a alguns colaboradores experientes no processo que definissem quais as 5 causas de maior impacto e respetivas atribuições de peso (percentualmente).

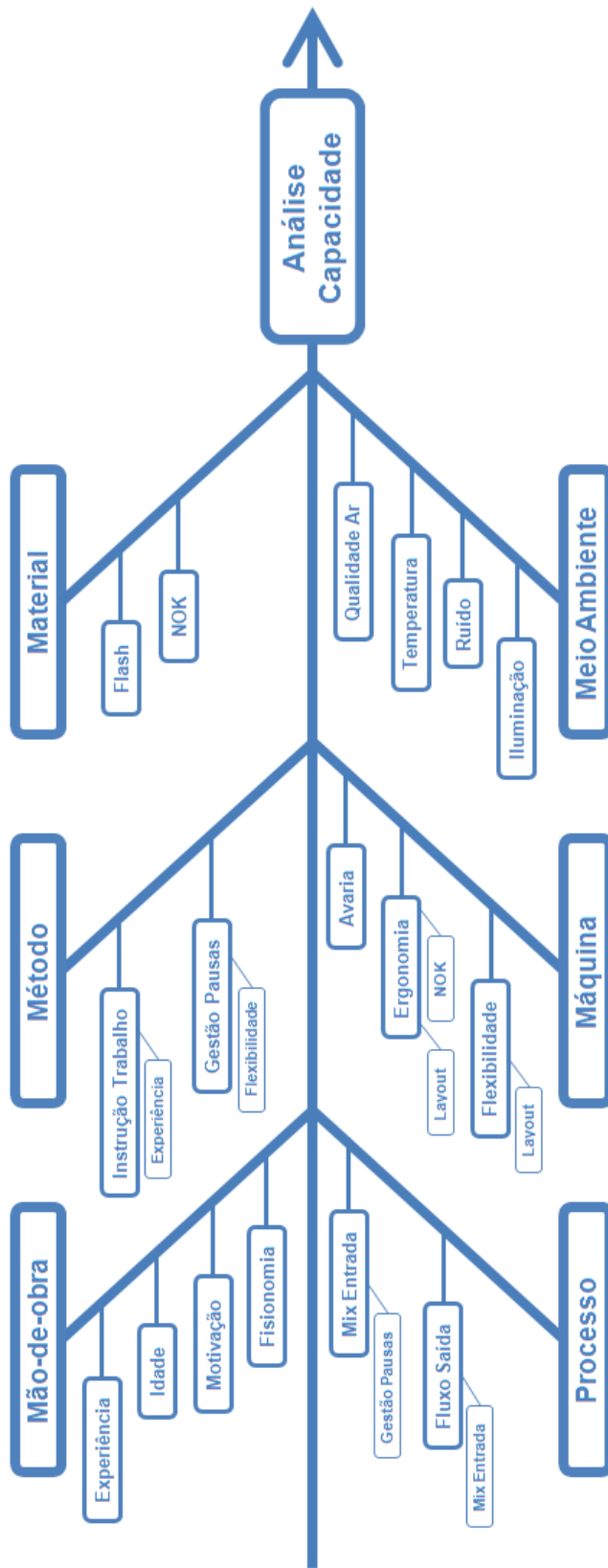


Figura 35 - Diagrama Causa-efeito

**Classificação das potenciais causas de perda de capacidade**

	<b>Nome</b>	<b>Departamento</b>	<b>Antiguidade</b>
1	Pedro Lourenço	Engenharia Projecto	15 anos
2	Ferreira da Silva	Chefe Departamento Produção	37 anos
3	Carlos Gonçalves	Supervisor Produção	4 anos
4	Pedro Nogueira	Engenharia Industrial	2 anos
5	Tomás Vale	Inspector	34 anos

	<b>Nome</b>	<b>Causas</b>	<b>%</b>
1	Pedro Lourenço	Fluxo Saída	30%
		Gestão Pausas	30%
		Mix Entrada	15%
		Ergonomia	15%
		Ruído	10%
2	Ferreira da Silva	Fluxo Saída	30%
		Flash	30%
		Flexibilidade	20%
		Mix Entrada	15%
		Temperatura	5%
3	Carlos Gonçalves	Flash	30%
		Mix Entrada	25%
		Fluxo Saída	25%
		Experiência	10%
		Ergonomia	10%
4	Pedro Nogueira	Fluxo Saída	40%
		Gestão Pausas	20%
		Mix Entrada	20%
		Flexibilidade	10%
		Temperatura	10%
5	Tomás Vale	Fluxo Saída	50%
		Flash	20%
		Mix Entrada	10%
		Ergonomia	10%
		Ruído	10%

Tabela 6 - Classificação das Potenciais Causas

Das potenciais causas identificadas, apenas 9 foram selecionadas pelos colaboradores abordados. Abaixo é apresentada uma breve explicação das mesmas:

*Fluxo Saída* – Cada *Inspektomat* tem uma passadeira de saída de pneus. Todas estas passadeiras estão ligadas a uma passadeira comum, sendo que enviam pneus para essa mesma passadeira sempre que possível, numa lógica de prioridade volante. Quando essa passadeira comum tem demasiados pneus, as passadeiras de saída param, implicando a paragem dos inspetores.

*Mix Entrada* – Cada *Inspektomat* tem uma passadeira de entrada que por sua vez é alimentada por um *Loop* comum. A Alimentação das *Inspektomat* pressupõe uma lógica de divisão entre *Pneus Grandes* e *Pneus Pequenos* estando as *Inspektomats* mais ou menos preparadas para esse tipo de pneu. Este *Mix Entrada* é uma perturbação na medida em que, apesar de possível, é difícil inspecionar um *Pneu Grande* numa *Inspektomat* de *Pneus Pequenos*. Por outro lado, se esta distribuição de pneu não for efetuada corretamente, o *Fluxo Saída* é altamente prejudicado (este ponto será explicado com maior detalhe numa fase posterior do relatório).

*Flash* – Um dos parâmetros que os inspetores devem garantir é a ausência de *Flash* nos pneus. *Flash* é a rebarba criada no molde da *Vulcanização* pela fuga de borracha pelas folgas do molde. Este excesso de material deverá ser retirado do pneu com o auxílio de uma faca específica.

*Gestão Pausas* – O processo de *Inspeção Visual* é composto por uma equipa de 24 inspetores que, tal como qualquer colaborador, têm direito a pausas para descanso. A gestão destas pausas deverá ser efetuada de modo a estarem ausentes das *Inspektomats* o mínimo de inspetores em simultâneo. Uma ineficiente gestão de pausas prejudica o *Mix Entrada* (este ponto será explicado com maior detalhe numa fase posterior do relatório).

*Ergonomia* – Cada *Inspektomat* tem uma passadeira de saída de *Pneus OK* e uma passadeira de saída de *Pneus NOK*. Esta última está instalada por trás do inspetor pelo que todos os *Pneus NOK* implicam uma rotação de 180° com uma carga significativa. Este movimento propicia lesões a médio / longo prazo.

*Flexibilidade* – Cada *Inspektomat*, apesar de poder inspecionar qualquer tipo de pneu, tem uma certa especificidade estando dedicada a *Pneus Grandes* ou *Pneus Pequenos*, sendo mais difícil inspecionar um *Pneu Grande* numa *Inspektomat* de *Pneus Pequenos*.

*Ruído* – As áreas de *Vulcanização* e de *Uniformidade* por vezes emitem um ruído muito elevado devido à lavagem de moldes e ao mau encaixe de pneus, respetivamente. Estando a *Inspeção Visual* próxima destas áreas, estes ruídos são bem audíveis e incomodativos podendo perturbar os inspetores.

*Temperatura* – Ao processo de *Vulcanização* está inerente uma elevada temperatura. Estando a *Inspeção Visual* próxima desta área, esta temperatura faz-se sentir. Também a

própria iluminação que um processo de *Inspeção Visual* exige mantém uma temperatura considerável na área. Esta *Temperatura* poderá perturbar o inspetor.

*Experiência* – Como em qualquer processo manual, a *Experiência* do operador tem influência na performance. Sendo o processo de *Inspeção Visual* um processo de *Controlo de Qualidade*, a relação entre velocidade de inspeção e qualidade da mesma é um fator fundamental, o qual é fortemente influenciado pela *Experiência*.

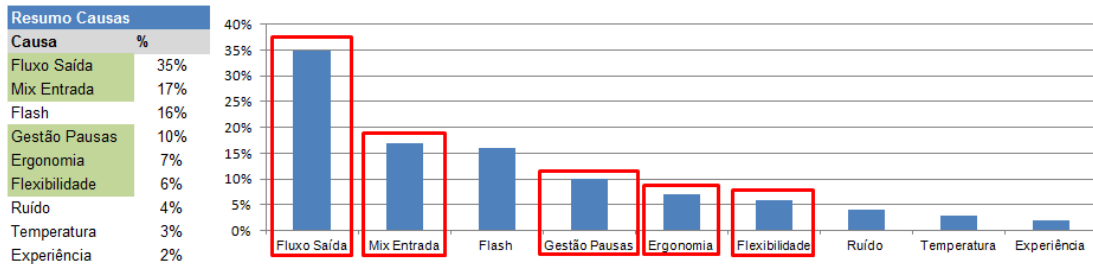


Tabela 7 - Resumo das Potenciais Causas

Pela análise do gráfico acima verificou-se que o *Fluxo Saída*, o *Mix Entrada* e *Flash* são os 3 principais fatores da perda de capacidade produtiva. Seguidamente surgem a *Gestão Pausas*, a *Ergonomia* e a *Flexibilidade*. Com menor impacto surgem o *Ruído*, a *Temperatura* e a *Experiência*.

A solução de otimização de layout prevê eliminar / minimizar as questões *Fluxo Saída*, *Mix Entrada*, *Gestão Pausas*, *Ergonomia* e *Flexibilidade*. A questão do *Flash* não vai ser considerada pois a *Causa Raiz* está no processo de *Vulcanização*.

### 3.8.2. Quantificação das Perturbações

Tal como referido anteriormente, o processo Inspeção Visual é fortemente afetado por micro paragens, ou seja, paragens cuja duração é superior ao tempo do próprio registo. Assim sendo, a quantificação destas perdas teve por base auditorias ao processo. Estas, consistiram numa observação direta do processo na qual todas as paragens de máquina foram contabilizadas por um técnico exterior ao processo produtivo. Destas auditorias foram obtidos os seguintes resultados:

Tempos [s]	VI01	VI02	VI03	VI04	VI05	VI06	VI07	VI08	VI09	VI10	VI11	VI12	VI13	VI14	VI15	VI16	VI17	VI18	VI19	VI20	VI21	VI22	VI23	VI24	VI25	VI26	VI27	VI28
07.04.2014	09:00-09:30	102																										
	09:30-10:00		95																									
	14:00-14:30			87																								
	14:30-15:00				82																							
08.04.2014	09:00-09:30				60																							
	09:30-10:00					58																						
	14:00-14:30						80																					
	14:30-15:00							77																				
09.04.2014	09:00-09:30								164																			
	09:30-10:00									174																		
	14:00-14:30										171																	
	14:30-15:00											183																
10.04.2014	09:00-09:30												151															
	09:30-10:00													162														
	14:00-14:30														172													
	14:30-15:00															159												
11.04.2014	09:00-09:30																115											
	09:30-10:00																	104										
	14:00-14:30																		94									
	14:30-15:00																			95								
14.04.2014	09:00-09:30																											
	09:30-10:00																											
	14:00-14:30																											
	14:30-15:00																											
15.04.2014	09:00-09:30																											
	09:30-10:00																											
	14:00-14:30																											
	14:30-15:00																											
16.04.2014	09:00-09:30	74																										
	09:30-10:00		62																									
	14:00-14:30			56																								
	14:30-15:00				59																							
17.04.2014	09:00-09:30																											
	09:30-10:00																											
	14:00-14:30																											
	14:30-15:00																											
22.04.2014	09:00-09:30									204																		
	09:30-10:00										192																	
	14:00-14:30											179																
	14:30-15:00												184															
23.04.2015	09:00-09:30																											
	09:30-10:00																											
	14:00-14:30																											
	14:30-15:00																											
24.04.2016	09:00-09:30																											
	09:30-10:00																											
	14:00-14:30																											
	14:30-15:00																											
28.04.2017	09:00-09:30																											
	09:30-10:00																											
	14:00-14:30																											
	14:30-15:00																											
29.04.2018	09:00-09:30																											
	09:30-10:00																											
	14:00-14:30																											
	14:30-15:00																											

Tabela 8 - Tabela de Amostragem das Perturbações

VI 01-08		VI 09-16		VI17-28	
Tempo total de observação [min]	480	Tempo total de observação [min]	480	Tempo total de observação [min]	720
Observações [nº]	16	Observações [nº]	16	Observações [nº]	16
Tempo total de perda [min]	19	Tempo total de perda [min]	46	Tempo total de perda [min]	41
Perturbações [%]	4%	Perturbações [%]	9%	Perturbações [%]	6%

Tabela 9 - Tabela Resumo das Perturbações

À semelhança da validação de resultados da Cronometragem, os resultados obtidos nestas auditorias foram também validados estatisticamente. Esta validação consiste nos seguintes passos:

- Determinar o Grau de Variação (v);
  - Através da Variância ( $s^2$ ) e do Desvio Padrão (s);
- Determinar a Área de Confiabilidade ( $\epsilon$ );
  - Através da leitura do Ábaco específico;
    - Através da Dimensão da Amostra e do Grau de Variação (v);
- Comparar a Área de Confiabilidade Real ( $\epsilon$ ) com a Área de Confiabilidade Prevista ( $\epsilon'$ );
- Se o valor real for inferior ao previsto → Amostra Válida;
- Se o valor real for superior ao previsto → Amostra Inválida.

Se a amostra for inválida:

- Determinar a Dimensão da Amostra ( $n'$ );
  - Através da leitura do Ábaco específico;
    - Através da Área de Confiabilidade ( $\epsilon$ ) e do Grau de Variação (v).

A partir da nova Dimensão da Amostra ( $n'$ ) efetuar as cronometragens em falta e repetir todo o processo.

Processo	Nº de ciclos [n']	V. Médio- $t_z$ [s]	Variância $S_z^2$	D. Padrão $S_z$ [s]	G. Variação [%]	Área de Fiabilidade		n suficiente?		Nº necessário de tempos unitários n'
						Valor real $\epsilon$	Valor Previsto $\epsilon$	sim	não	
VI 01-08	16	73	191	14	19,0%	10,0%	10%	X		
VI 09-16	16	171	329	18	10,6%	5,4%	10%	X		
VI 17-28	24	103	100	10	9,7%	4,2%	10%	X		

Nota: Valor real ( $\epsilon$ ) obtido através de ábaco para determinação de  $v$  e em dependência de  $V$  e  $n$  segundo o procedimento do grau de variação (nível de confiança 95%).

Tabela 10 - Tabela de Validação de Resultados

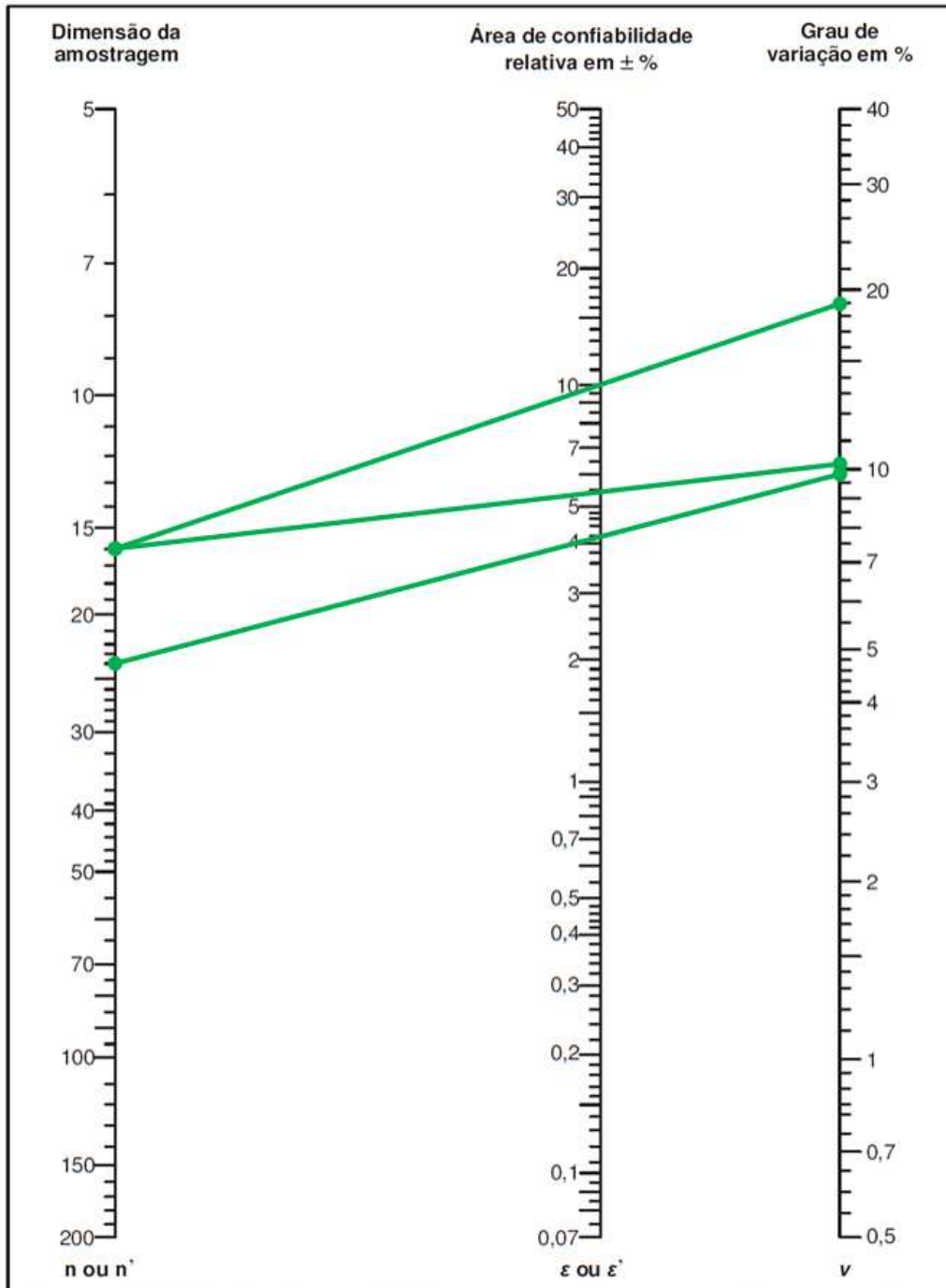


Figura 16: Nomograma (ábaco) para determinação de  $\epsilon$  em dependência de  $v$  e  $n$  segundo o procedimento do grau de variação (nível de confiança 95 %)

Tabela 11 - Ábaco para Validação Estatística

Determinação de  $\epsilon$  em dependência de  $v$  e  $n$  segundo o procedimento do grau de variação (nível de confiança de 95%).

Esta validação demonstrou que o número de observações foi suficiente, considerando um erro relativo de 10% e um nível de confiança de 95%.

### 3.9. Capacidade Atual

Nesta fase torna-se possível calcular a capacidade real do processo *Inspeção Visual*:

- Tempo Previsto = 38,18 s/pneu;
- Perturbações Inspektomats 01 a 08 = 4%;
- Perturbações Inspektomats 09 a 16 = 9%;
- Perturbações Inspektomats 17 a 28 = 6%.

Inspektomat	Equipamentos [nº]	Perturbações [%]	Tempo Previsto [s/pneu]	Tempo disponível [s/dia]	Capacidade [pneus/dia]
01 a 08	8	4%	38,18	82944	17380
09 a 16	8	9%	38,18	78624	16474
17 a 28	12	6%	38,18	81216	25526

Tabela 12 - Tabela de Cálculo de Capacidades

Deste modo obtém-se uma Capacidade instalada de **59380 pneus/dia**.

### 3.10. Layout Proposto

O estudo e definição dum *Layout* produtivo devem ser realizados duma forma criteriosa pois têm um impacto significativo no desempenho da unidade. Devem também respeitar os princípios básicos da empresa em termos de segurança, ergonomia, gestão de espaço fabril, fluxo e processo produtivo.

Nesta fase do relatório é apresentada uma solução de *Layout*, desenvolvida para o processo *Inspeção Visual*, após o estudo detalhado do mesmo. Esta solução visou a minimização das perturbações identificadas não penalizando a área fabril, ou seja, garantindo uma utilização eficiente do espaço disponível.

#### 3.10.1. Fluxo e Lógica de Alimentação

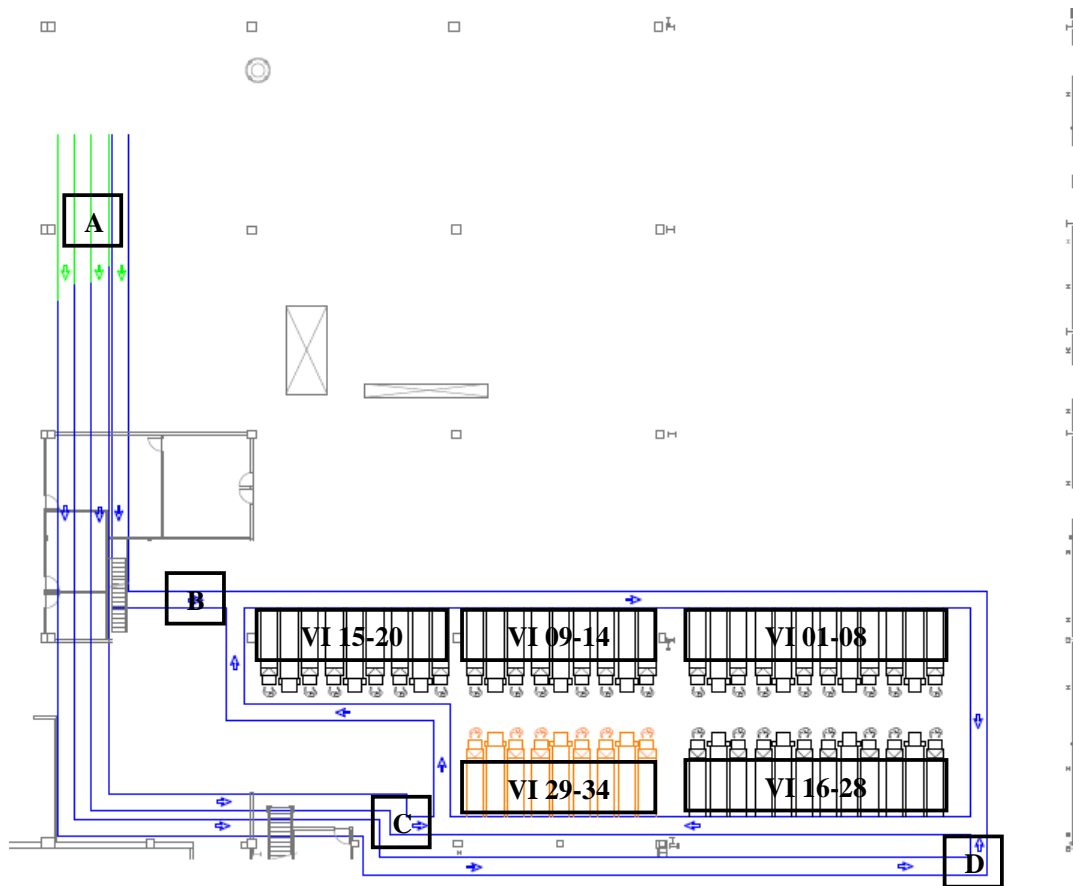


Figura 36 - Layout Proposto (alimentação)

(ver maior detalhe no anexo D)

Após o processo de *Vulcanização* todos os pneus avançam pelos 3 transportadores A. Aqui ocorre a primeira diferença face à atual solução. Será instalado um terceiro transportador que permitirá baixar a elevada taxa de ocupação dos atuais e por outro lado permitirá um futuro aumento de capacidade. A segunda diferença face ao layout atual consiste na alimentação do loop das *Inspektomats*. Esta alimentação será feita como atualmente, a partir de 3 pontos (B, C e D), mas pela parte lateral e traseira. Esta alteração tem como principal objetivo libertar o espaço frontal de modo a que possa ser definido um melhor layout para os transportadores de saída. Não havendo restrições na saída dos pneus, deixa de fazer sentido a separação entre *Pneus Grandes* e *Pneus Pequenos*, ou seja, qualquer *Inspektomat* poderá receber qualquer tipo de pneu segundo, uma lógica de prioridade volante. Esta alimentação torna-se possível porque as *Inspektomats* 01 a 08 (pouco preparadas para *Pneus Grandes*) serão recolocadas com um maior espaçamento entre as mesmas. Deste modo é minimizado o impacto duma ineficiente *Gestão de Pausas* para descanso. A possibilidade de recirculação mantém-se tal como atualmente, ou seja, se um pneu não conseguir entrar numa *Inspektomat* poderá recircular de modo a entrar posteriormente. Este layout permite ainda a instalação de 6 *Inspektomats* adicionais (VI 29-34), antecipando assim um futuro aumento de *Capacidade*.

### 3.10.2. Fluxo e Lógica de Saída

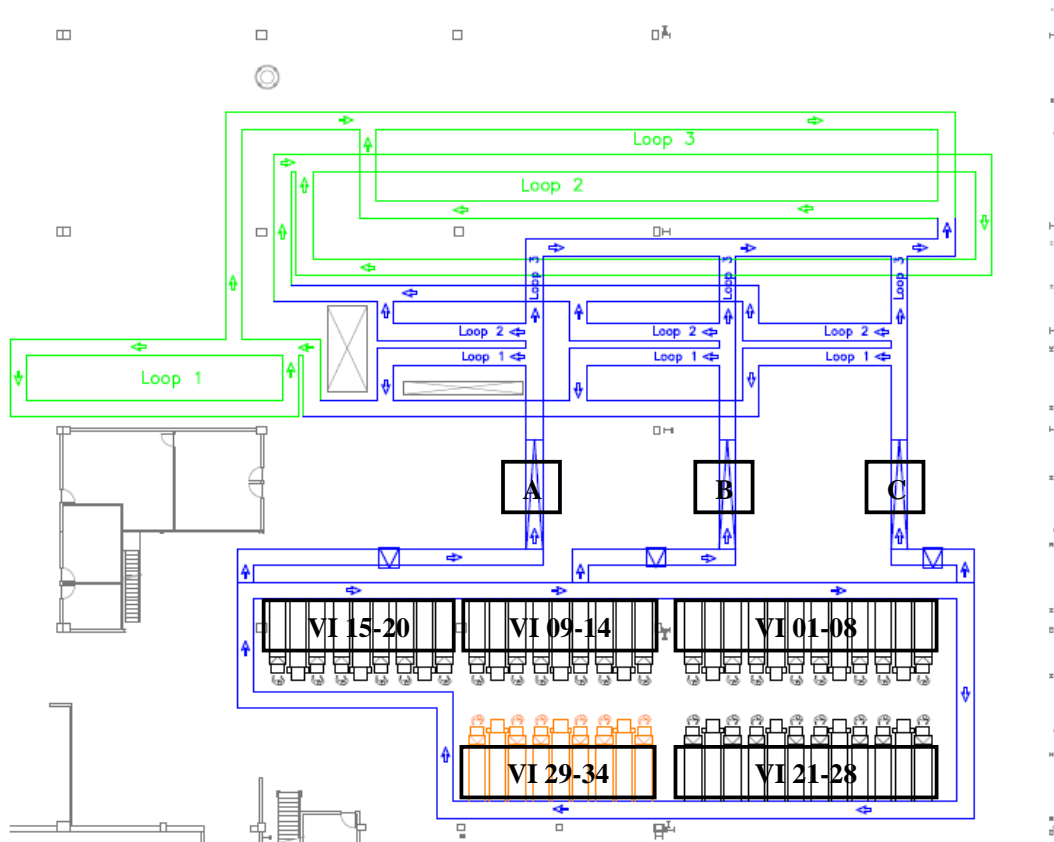


Figura 37 - Layout Proposto (saída)

(ver maior detalhe no Anexo E)

Após a *Inspecção Visual*, o pneu avança para um *Loop* comum a todas as *Inspektomats*. Deste *Loop* saem 3 transportadores A, B e C, que alimentam aos 3 *Loops* de alimentação da *Uniformidade* (processo seguinte). Aqui ocorre a grande alteração de *Layout/Fluxo*:

- Os pneus provenientes das *Inspektomats* 21 a 28 avançam para A;
- Os pneus provenientes das *Inspektomats* 11 a 20 avançam para B;
- Os pneus provenientes das *Inspektomats* 01 a 10 avançam para C;
- O transportador de saída de *Pneus NOK* é paralelo ao transportador de saída de *Pneus OK*, ou seja, é obtido um ganho em termos de *Ergonomia*;
- Cada grupo de *Inspektomats* tem um transportador de saída dedicado, que não perturbará as saídas das restantes *Inspektomats*, onde os pneus serão lidos e encaminhados para o *Loop* de *Uniformidade* específico.

### 3.10.3. Resultados Expectáveis

As alterações de *Layout* e de fluxo pretendem eliminar algumas limitações do processo e minimizar outras. Especificamente:

- Micro paragens das *Inspektomats* por saída obstruída (*Saída*);
- Problema ergonómico ao colocar *Pneus NOK* no respetivo transportador (*Ergonomia*);
- Impacto das pausas dos operadores para descanso (*Gestão das Pausas*).

Permite ainda obter:

- Possibilidade de qualquer *Inspektomat* inspecionar qualquer tipo de pneu (*Flexibilidade*);
- Possibilidade de instalação de 6 *Inspektomats* adicionais;
- Possibilidade de aumento de volume de produção.

Considerando o processo produtivo seguinte – *Uniformidade* – também aqui se verificarão ganhos, na medida em que será minimizado um dos seus principais problemas:

- Recirculação de pneus e transferência de pneus entre *Loops* de alimentação.

Este ganho torna-se possível porque a grande maioria dos pneus serão encaminhados diretamente para o *Loop* de *Uniformidade* correto.

Relativamente aos atuais valores de perturbações estima-se uma redução de 75%. Assim, torna-se possível calcular a capacidade futura estimada do processo *Inspeção Visual*:

- Tempo Previsto = 38,18 s/pneu;
- Perturbações *Inspektomats* 01 a 08 = 1,0%;
- Perturbações *Inspektomats* 09 a 16 = 2,3%;
- Perturbações *Inspektomats* 17 a 28 = 1,5%.

<i>Inspektomat</i>	Equipamentos [n°]	Perturbações [%]	Tempo Previsto [s/pneu]	Tempo disponível [s/dia]	Capacidade [pneus/dia]
01 a 08	8	1,00%	38,18	85536	17923
09 a 16	8	2,25%	38,18	84456	17696
17 a 28	12	1,50%	38,18	85104	26748

Tabela 13 - Tabela de Cálculo de Capacidades (após alterações)

Deste modo obtém-se uma Capacidade instalada de **62367 pneus/dia**.

## 4. Conclusões

A oportunidade de exercer funções e de estar profissionalmente ativo é, sem dúvida, uma mais valia no desenvolvimento deste tipo de trabalhos práticos. A indústria oferece-nos uma vasta gama de processos, cada um com as suas características e especificidades, nos quais podem ser desenvolvidos diversos estudos no âmbito da Engenharia Industrial.

A execução de qualquer trabalho implica a disponibilidade de recursos que variam com as especificidades em causa. Comum a todos os trabalhos e que nunca poderá ser dispensado existe o recurso – *Tempo*. Tempos de execução, tempos de paragens, tempos de perturbações, etc., são intrínsecos a qualquer indústria e como tal devem ser estudados (classificados e quantificados). Destes estudos resultam informações extremamente importantes para a organização, entre as quais o conhecimento da *Capacidade Produtiva*.

Assim, após a aplicação da *Cronometragem* e quantificação das perturbações foi determinada uma capacidade instalada de 59380 pneus/dia.

Tendo sido analisado o processo como um todo, tornou-se possível identificar perturbações, respetivas oportunidades de melhoria e potenciais ganhos de capacidade. Nesta fase, destaca-se o contacto com os colaboradores da empresa que, sendo parte integrante do processo e com vasta experiência, contribuíram de forma significativa para a classificação das perturbações. O estudo revelou que uma alteração de *Layout* e conseqüentemente de fluxos permitiria uma minimização das principais perdas identificadas. Assim, foi desenvolvida e apresentada uma proposta de layout alternativo.

Uma alteração de *Layout* nunca é uma tarefa de simples e rápida execução. Uma alteração desta natureza torna-se ainda mais complexa quando se trata duma indústria de laboração contínua, como é o caso da Continental Mabor. Assim, este trabalho foi concluído sem a oportunidade de analisar o layout proposto após a sua implementação e de quantificar os ganhos reais em termos de capacidade, pelo que foi apenas possível efetuar uma estimativa de ganhos.

As auditorias ao processo permitiram determinar os valores reais de perdas em termos de tempo de equipamento parado. Assim, foi obtido um valor médio de 7%. Na prática, este valor representa o potencial ganho de capacidade.

Assim, estimando uma redução de 75% das perdas, que empiricamente é considerado um valor baixo, torna-se possível estimar um ganho de capacidade na ordem dos 3000 pneus/dia. Este ganho de 5% é significativo na medida em que é obtido sem a necessidade de equipamentos, mão de obra ou área fabril adicionais, fatores determinantes considerando a atual conjuntura de mercado.

Destaca-se também que o layout proposto permite que o processo *Inspeção Visual* fique preparado para a instalação de 6 *Inspektomats* adicionais sem necessidade de alterações de fundo no setor, assim como uma maior flexibilidade em termos de artigos (dimensão de

pneus). Conhecendo o histórico da empresa em termos de expansões da área fabril (aumentos de complexidade e de capacidade), este fator assume especial importância, no atendimento do mercado para os próximos anos.

Por fim, conclui-se que a *Capacidade* produtiva é um parâmetro de extrema importância para uma organização, desde que garantida a fiabilidade dos valores obtidos. Destaca-se também a importância do *Layout* fabril, na medida em que vários fatores improdutivos podem ser minimizados com uma otimização do mesmo.

## 5. Trabalhos Futuros

Com este trabalho nasceram novas oportunidades de estudo e de melhoria que justificam ser planeadas a médio prazo. Ainda dentro do próprio processo de *Inspeção Visual*, após uma implementação de layout a Cronometragem deverá ser aplicada novamente de modo a verificar o estado do processo. Também as análises de perturbações e respetiva classificação e quantificação deverão ser repetidas.

São expectáveis melhorias no processo produtivo subsequente – *Uniformidade*. Algumas das perdas identificadas, além de provocarem perturbações no próprio processo (*Inspeção Visual*), afetavam também este setor, na medida em provocavam atrasos na alimentação das linhas de *Uniformidade*. Deste modo, justifica-se claramente um estudo de *Engenharia Industrial* neste processo. Assim, este trabalho termina, deixando em aberto uma excelente oportunidade de estudo.

## Referências Documentais

- [1] Roldão, V. S., & Ribeiro, J. S. (2007). *Gestão das Operações: uma abordagem integrada*. Monitor.
- [2] Chase, Aquilano (1995). *Gestão da produção e das operações*. Monitor.
- [3] Helzer, Render (2011). *Operations management*. Prentice Hall.
- [4] Chase, Roberts, Aquilano (2008). *Operations and supply management*. Mcgraw-Hill.
- [5] Tortorella, G. L., & Fogliatto, F. S. (2008). *Systematic layout planning aided by multicriteria decision analysis*. *Produção*, 18(3), 609-624.
- [6] Lustosa, L. J., de Mesquita, M. A., & Oliveura, R. J. (2008). *Planejamento e controle da produção*. Elsevier Brasil.
- [7] Dalmas, V. (2004). *Avaliação de um layout celular implementado: um estudo de caso em uma indústria de autopeças* (Doctoral dissertation, Dissertação (mestrado profissionalizante na Eng. Produção)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia-Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Porto Alegre).
- [8] Trein, F., Amaral, F. (2001). *A aplicação de técnicas sistemáticas para a análise e melhoria de layout de processo na indústria de beneficiamento de couro*. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais. 21.
- [9] Slack, N. et al. (2009). *Administração da Produção*. Atlas.
- [10] Lorini, F. J. (1993). *Tecnologia de grupo e organização da manufatura*. Florianópolis: UFSC.
- [11] Corrêa, H. L., Corrêa, C. A. (2004). *Administração de produção e operações: manufatura e serviços – uma abordagem estratégica*. Atlas.
- [12] Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., Frazelle, E. H., Tanchoco, J. M. A., Trevino, J. (1996). *Facilities planning. Secons edition*. Jonh Wiley & Sons Inc. Segundo
- [13] Russel, R. (2002). *Operations managements and studens CD: International edition. 4ª. Ed*. Prentice Hall.
- [14] Konz, S. A. (1985) *Facility design*. Wiley.
- [15] Lin, L. C., Sharp, G. P. (1999b). *Quantitative and qualitative indices for the plant layout evaluation problem*. *European journal of operational research*.

## *Bibliografia*

Cláudia, M., Almeida, P. (2011). Avaliação e melhoria de capacidade produtiva numa empresa metalúrgica. Último acesso: Maio 2014.

<https://ria.ua.pt/bitstream/10773/7537/1/244360.pdf>

SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Avaliação de uma Proposta de Ampliação da Capacidade Produtiva em uma Indústria de Tubos Eletrodutos de Pvc.

Último acesso: Maio 2014.

[http://www.aedb.br/seget/artigos08/358\\_AVALIACAO%20DE%20PROPOSTA%20DE%20AMPLIACAO%20DA%20CAPACIDADE\\_PRODUTIVA.pdf](http://www.aedb.br/seget/artigos08/358_AVALIACAO%20DE%20PROPOSTA%20DE%20AMPLIACAO%20DA%20CAPACIDADE_PRODUTIVA.pdf)

Dimensão da Capacidade Produtiva. Último acesso: Maio 2014

<http://paginas.fe.up.pt/~ee95078/trab/eg/capacidade.html>

Continental – Global site. Último acesso: Maio 2014

[http://www.conti-online.com/generator/www/start/com/en/index\\_en.html](http://www.conti-online.com/generator/www/start/com/en/index_en.html)

REFA – Group. Último acesso: Maio 2014

[www.refa-international.de](http://www.refa-international.de)

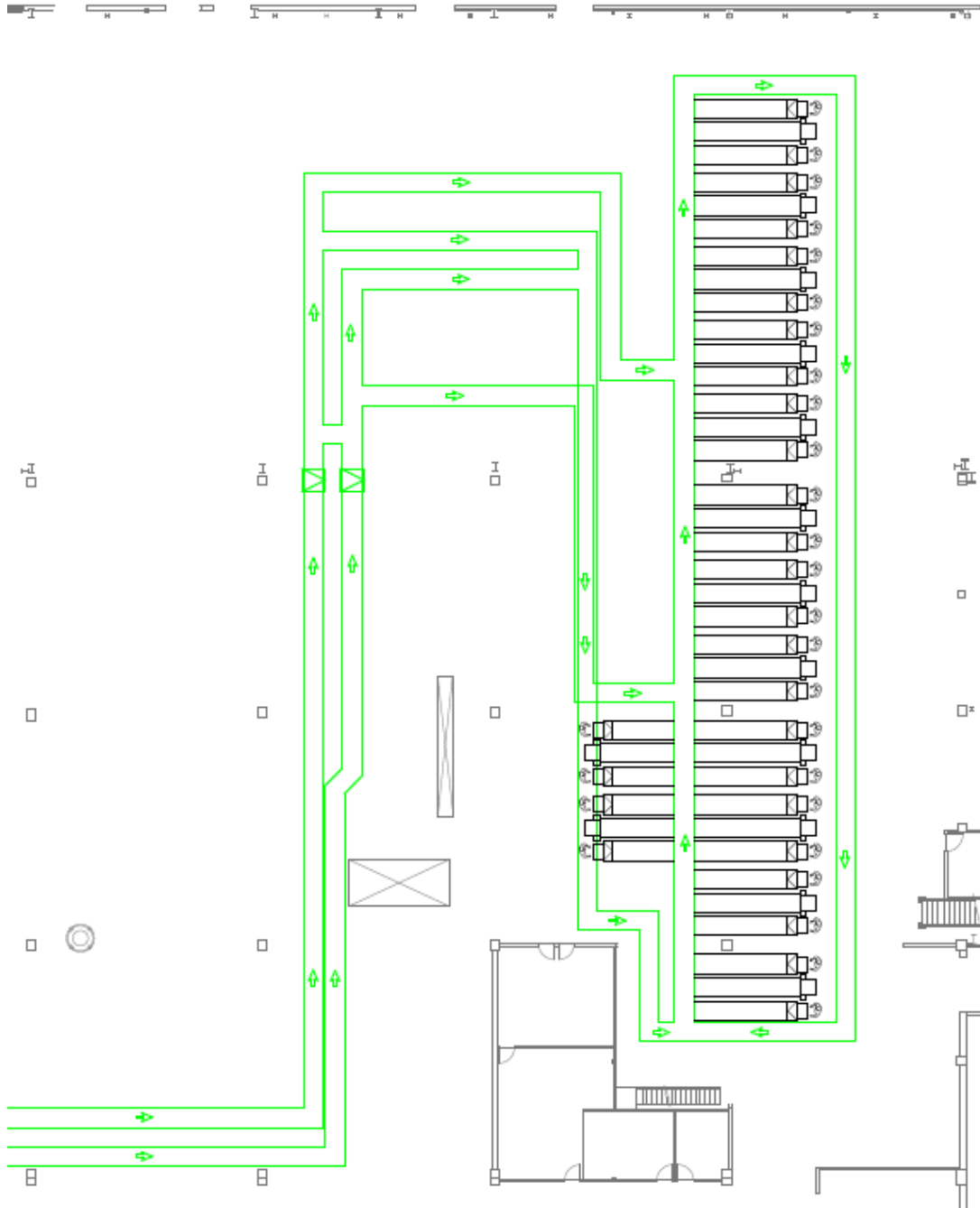
Dual – Qualificação profissional. Último acesso: Maio 2014

[www.dual.pt](http://www.dual.pt)

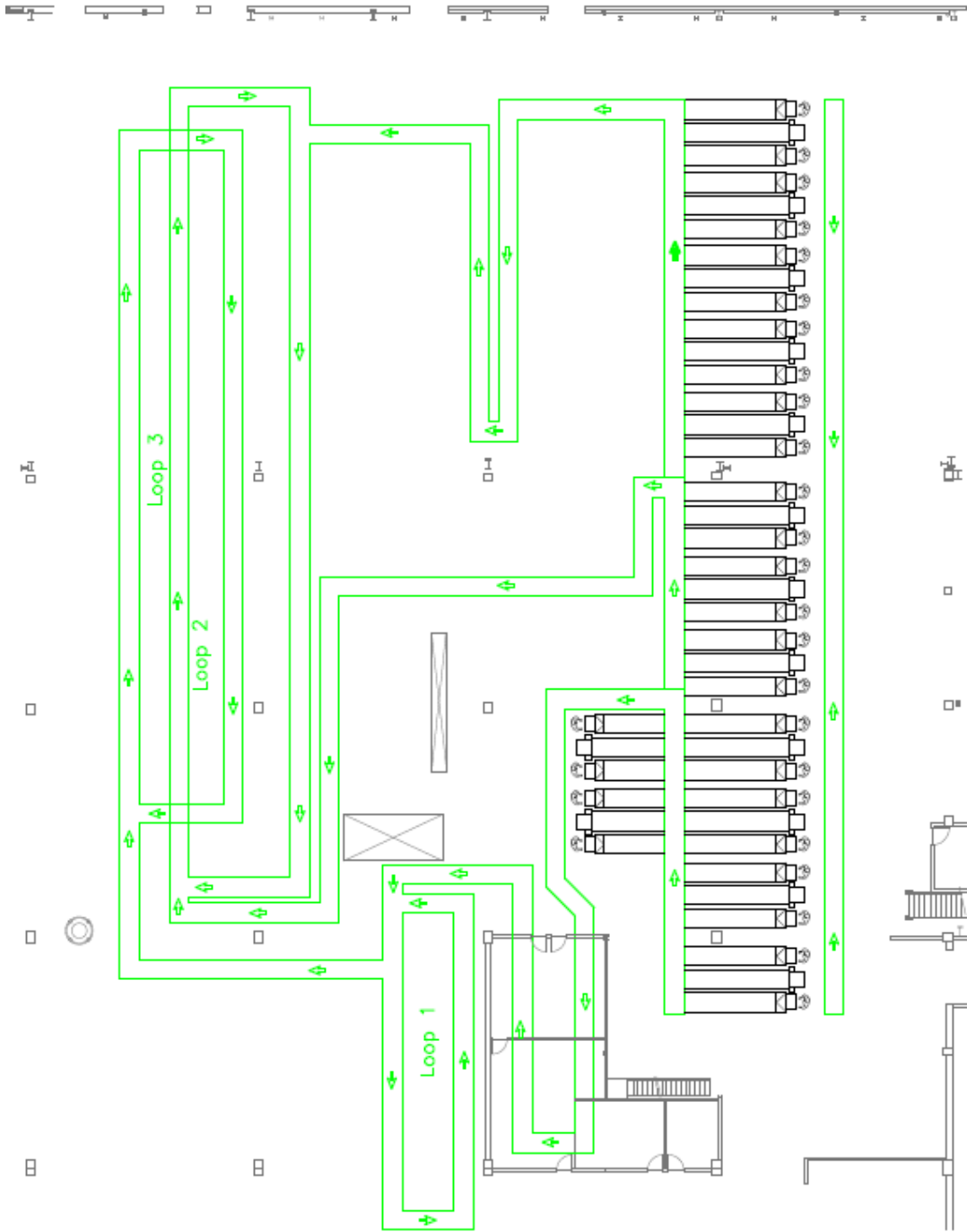
# Anexo A

Nº	Fase do processo pº de medição	Qtd. Ref.	Varáveis	Valor med.	Ciclos m <sub>z</sub>											Σ L/h	Σ L <sub>i</sub> /h	t <sub>med</sub> /100	Tipo de tempo																		
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	Pressionar sensor 1	1	Pneu	%	L	12,09	17,44	14,12	12,51	14,91	8,96	9,24	9,23	14,59	7,05	11,51	12,36	11,70	13,35	13,97	14,16	15,10	12,06	16,37	11,98	14,88	9,48	11,32	10,74	15,04	13,97	8,93	14,05	11,70	374,58		
				s	F	12,09	45,32	73,45	106,48	136,35	159,93	184,28	209,05	241,23	260,92	289,82	335,20	383,75	415,61	442,35	475,38	505,65	543,17	575,99	605,22	653,89	667,59	713,84	745,65	773,37	804,97	840,50	866,81	30			
2	Pressionar sensor 2	1	Pneu	%	L	100	110	105	95	100	110	100	100	110	95	105	95	100	110	95	100	105	110	110	110	100	105	105	110	100	100	100	100	100	3109		
				s	F	3,92	3,97	2,95	2,44	2,93	2,69	2,14	2,03	2,32	2,26	2,89	3,02	2,14	2,79	4,97	3,15	2,12	2,14	3,01	2,52	2,67	3,47	2,44	2,59	2,25	2,79	2,03	2,22	70,89			
3	Pressionar sensor 3	1	Pneu	%	L	1510	4879	7633	10832	13927	16039	18739	21119	24523	28234	32297	32745	35638	38636	41779	44502	47725	50933	54529	57793	60823	63547	66055	68346	71629	74517	76909	80765	84232	86504	30	
				s	F	10,89	8,49	15,56	11,25	8,94	12,54	10,27	13,24	8,67	13,24	10,23	11,90	12,43	12,93	8,72	12,97	14,07	15,94	16,39	14,19	9,05	10,09	12,26	11,79	12,28	14,21	13,43	16,71	10,51	11,32	372,79	
4	Pressionar sensor 4	1	Pneu	%	L	100	110	105	95	100	110	100	110	95	105	95	100	110	95	100	100	100	110	100	100	100	100	105	100	100	100	100	100	100	3055		
				s	F	27,68	59,38	95,98	121,44	150,07	176,54	198,82	226,68	253,87	279,53	312,29	341,41	370,43	401,65	440,09	460,28	483,62	526,80	563,74	589,93	619,00	646,49	674,87	703,10	730,60	759,40	785,94	826,65	855,02	885,19	30	
Processo						Σ tempos por ciclo t <sub>c</sub>	37,88	31,48	34,62	37,46	38,63	35,47	24,29	36,84	37,21	24,44	33,97	39,02	29,92	31,22	29,44	32,19	33,34	33,18	36,91	30,22	26,97	29,45	26,21	28,43	27,51	33,80	31,54	30,50	28,97	27,14	Σ t <sub>c</sub>
Inspeção Visual						Fases adicionais do processo													Σ t <sub>c</sub>	892,16																	
Máquina																			Σ t <sub>c</sub>																		
Data																			Σ t <sub>c</sub>																		
02-12-2013																			Σ t <sub>c</sub>																		

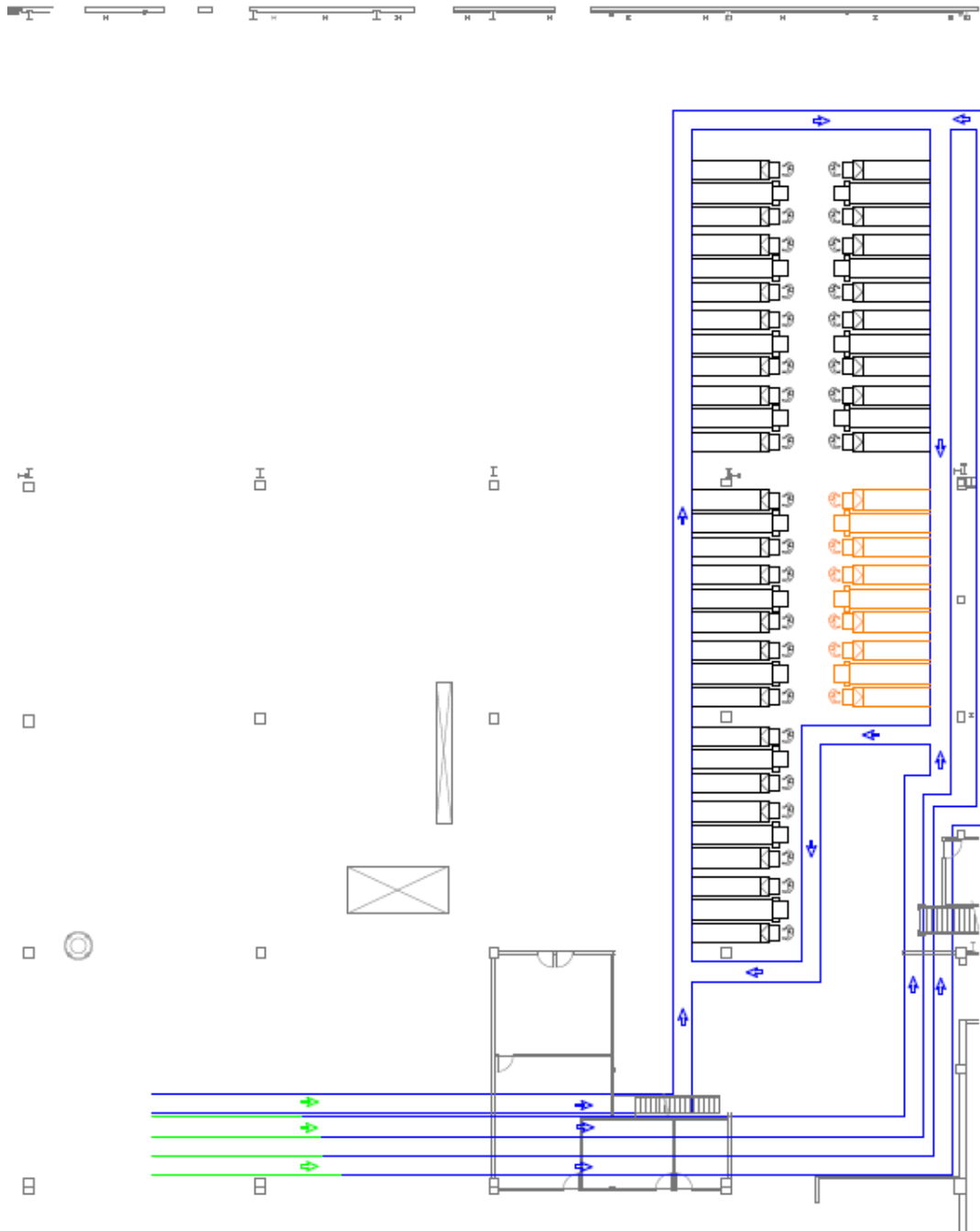
Anexo B



Anexo C



Anexo D



Anexo E

