

**Manual de Operação e Processo para a Produção de Laminados na
Sonae Indústria de Revestimentos**

Nuno Miguel Gonçalves de Melo

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. José Soeiro Ferreira

Orientadora na Sonae Indústria de Revestimentos: Engenheira Elvira Cardoso



FEUP

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica**

2011-07-15

Aos meus Pais e à Mingnon

Resumo

O projecto “Manual de Operação e Processo para a Produção de Laminados” surge da forte necessidade de dar uma resposta eficaz à falta de informação organizada e documentada, relativa ao modo operatório dos diversos equipamentos usados para a produção de Termolaminados de Alta Pressão, na Sonae Indústria de Revestimentos.

O desenvolvimento do projecto exigiu, naturalmente, o envolvimento intenso com o processo produtivo associado, a recolha de informação, de conhecimento e de experiência dos operadores que trabalham com equipamentos fabris. Foram realizadas várias reuniões de trabalho e sessões de *brainstorming*, com a finalidade de esclarecer dúvidas e encontrar soluções de possíveis falhas ou imprevistos ocorridos durante o manuseamento dos equipamentos.

Paralelamente foi necessário analisar todas as operações ao mínimo detalhe, procedimento a procedimento, até obter a sequência de todas as acções necessárias à realização de cada tarefa. Numa fase posterior foi então elaborado o manual, onde estão documentadas as operações para a produção de termolaminados, assim como soluções possíveis à ocorrência dos imprevistos mais comuns.

Em complemento, também foi concretizado um trabalho de melhoria de informação visual dos painéis de comando dos equipamentos, de modo a facilitar o entendimento dos procedimentos documentados no manual, assim como o quotidiano de quem manuseia os equipamentos.

Este relatório para além de incluir o essencial do manual, também procura ilustrar os meios usados e todo o processo que culminaram com a sua génese.

Seguramente que com a existência do Manual de Operação e Processo para a Produção de Laminados, os métodos e as melhores práticas ficaram registados e disponíveis a todos na empresa, facilitando o trabalho e criando mais flexibilidade. Outra mais-valia se traduz no acesso mais directo e completo ao *know-how* dos colaboradores mais experientes.

High Pressure Laminate Production Operations Manual

Abstract

The “High Pressure Laminate Production Operations Manual” project is motivated by the need of providing an effective answer to the lack of organized and written information, namely regarding the functions of the diverse equipment used to produce the High Pressure Laminate at Sonae Indústria de Revestimentos.

The development of the project demanded a clear involvement with the productive process, combined with information the gathering of knowledge and the work experience of those who handle industrial machinery. Several meetings and brainstorming sessions have been carrying out with the purpose of clarifying doubts and find solutions of possible failures or unexpected situations of the equipments handling.

At the same time it was necessary to analyze all the operations and every procedure to the minimum detail, to obtain the sequence of all the actions needed to carry out each task. In a later stage the manual was written now containing all the operations of the production of high pressure laminate as well as the solutions to possible unexpected situations.

A visual improvement of the instrument panels was also contemplated; the objective was to ease the understanding of the procedures documented in the manual as well as the everyday actions of those who handle the equipment.

This report includes the essential of the manual and also attempts to illustrate the tactics used and the process which culminated in its genesis.

An obvious consequence of the High Pressure Laminate Production Operations Manual is that the methods and the best practices are now available to everyone in the company, making the job easier and more flexible. Another benefit is the easier and complete access to the know-how of the most experienced workers.

Agradecimentos

À Sonae Indústria, pela oportunidade que me deu para realizar este estágio.

A todas as pessoas da empresa que estiveram envolvidas neste projecto e que me apoiaram no seu desenvolvimento.

À Engenheira Elvira Cardoso pela motivação, apoio e orientação durante o projecto.

Ao Engenheiro José Manuel Ferreira, por toda a informação transmitida.

Aos Chefes de turno e seus subordinados pela disponibilidade e conhecimento transmitido.

A todos os colaboradores pela simpatia e hospitalidade.

Ao Professor José Soeiro Ferreira, pela orientação ao longo do projecto.

Aos restantes estagiários e companheiros de gabinete da Sonae Indústria.

Aos meus Pais por todo o apoio e ajuda permanentes.

Ao Maninho, à Raquel, à Sofia e ao Miguel.

Ao Super-Homem pela força, motivação e camaradagem.

A todos os meus Amigos pelo companheirismo.

À minha Namorada, por tudo.

A todos, muito obrigado.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Apresentação da Empresa.....	1
1.2	Processo Produtivo	3
1.3	Termolaminado decorativo de alta pressão – HPL (High Pressure Laminate).....	4
1.4	Produtos Produzidos.....	5
1.5	Contextualização do Projecto.....	5
1.6	Temas abordados e sua organização	6
2	O Manual como ferramenta	7
2.1	O Manual como ferramenta de uniformização	7
2.2	O Manual como ferramenta de melhoria contínua	7
3	Metodologia.....	10
3.1	<i>Mind Map</i>	10
3.2	<i>Brainstorming</i>	12
4	Os Manuais passo a passo.....	15
4.1	Volume I: Alta Pressão 1 – AP1	17
4.1.1A	introdução ao manual da AP1	17
4.1.1.1	Apresentação da AP1.....	17
4.1.1.2	Termolaminado de alta pressão	23
4.1.1.2.1	Definição.....	23
4.1.1.2.2	Matérias-primas.....	23
4.1.1.3	Prensagem	24
4.1.2	Arranque da prensa após fim-de-semana/férias/paragem prolongada	25
4.1.2.1	Continuação do arranque após férias	26
4.1.2.2	Continuação do arranque após fim-de-semana.....	26
4.1.3	Produção.....	26
4.1.3.1	Prensagem	26
4.1.3.2	Set up/Alteração do tipo de acabamento	27
4.1.4	Preparação para paragem	27
4.1.4.1	Paragem para fim-de-semana	27
4.1.4.2	Paragem para férias	27
4.1.5	Imprevistos.....	28
4.2	Volume II: Acabamento de Laminados 1 – AL1	28
4.2.1A	introdução ao manual da AL1	28
4.2.1.1	Zona de estacionamento de laminados	29
4.2.1.2	Zona de movimentação de paletes.....	29
4.2.1.3	Apresentação da AL1	30
4.2.2	Arranque da AL1	32
4.2.3	Produção/Acabamento de laminados	32
4.2.3.1	Introdução de laminados na linha de acabamento	32
4.2.3.2	Programação das medidas dos laminados e mesas de descarga.....	32
4.2.3.3	Programação da Impressora de Laminados	33
4.2.3.4	Programação da Viradeira.....	33
4.2.3.5	Processo de Acabamento.....	33

4.2.4 Paragem da AL1	33
4.2.5 Imprevistos	33
5 Trabalho complementar – Melhoria da informação visual na AP1 e AL1	34
6 Conclusões.....	38
7 Referências	39

Siglas

AL1 – Acabamento de Laminados 1

AP1 – Alta Pressão 1

APA1 – Armazém de Produto Acabado

BB – *Board Business*

HD – Aplicação Horizontal, para uso *Heavy Duty*

HDF – Aplicação Horizontal, para uso *Heavy Duty* com retardante de fogo

HDP – Aplicação Horizontal, para uso *Heavy Duty* tipo *Postformable*

HDS - Aplicação Horizontal, para uso *Heavy Duty* tipo *Standard*

HG – Aplicação Horizontal, para uso Geral

HGF – Aplicação Horizontal, para uso Geral com retardante de fogo

HGP – Aplicação Horizontal, para uso Geral tipo *Postformable*

HGS – Aplicação Horizontal, para uso Geral tipo *Standard*

HPL – *High Pressure Laminate*

MR – Material Recuperável

NBB – *Non Board Business*

PDCA – *Plan, Do, Check e Act*

Ponte D – Ponte Dieffenbach

Ponte P – Ponte Pagnoni

SA – Sociedade Anónima

SARL – Sociedade Anónima de Responsabilidade Limitada

SDCA – *Standardization, Do, Check e Act*

SGPS – Sociedade Gestora de Participações Sociais

SIR – Sonae Indústria de Revestimentos

SONAE – Sociedade Nacional de Estratificados

Tipo F – Laminados decorativos com retardante de fogo

Tipo P – Laminados decorativos do tipo *Postformable*

Tipo S – Laminados decorativos do tipo *Standard*

TPS – *Toyota Production System*

VGf – Aplicação Vertical, para uso Geral com retardante de fogo

VGP – Aplicação Vertical, para uso Geral tipo *Postformable*

VGS – Aplicação Vertical, para uso Geral tipo *Standard*

Índice de Figuras

Figura 1 – Organigrama da Sonae Indústria.....	2
Figura 2 – O universo Sonae Indústria	3
Figura 3 – Esquema do processo produtivo da SIR	3
Figura 4 – Ilustração da formação de um andar imediatamente antes da prensagem	4
Figura 5 – Constituintes geralmente utilizados num Termolaminado.....	5
Figura 6 – Ciclo PDCA com uniformização, Ciclo SDCA	8
Figura 7 – <i>Mind Map</i> para auxílio à elaboração do manual da AP1	11
Figura 8 – Principais etapas das reuniões de <i>Brainstorming</i>	13
Figura 9 – Exemplo da organização das instruções no manual.....	16
Figura 10 – Mesa 1 de comando da Prensa	16
Figura 11 – <i>Layout</i> da AP1	17
Figura 12 – Esquematização do circuito do início do aquecimento	19
Figura 13 – Esquematização do circuito de Aquecimento	20
Figura 14 – Esquematização do circuito do início do Arrefecimento	20
Figura 15 – Esquematização do circuito de Arrefecimento	21
Figura 16 – Esquematização do circuito de Circulação à Prensa	21
Figura 17 – Ilustração de uma “pré-placa”	24
Figura 18 – Ilustração de uma “mão”	24
Figura 19 – Ilustração da formação de um andar	25
Figura 20 – Zonas de estacionamento de laminados e de movimentação de paletes	28
Figura 21 – <i>Layout</i> da AL1	30
Figura 22 – Exemplo do grupo de botões de elevação da ponte P	34
Figura 23 – Exemplo de um painel cuja informação foi melhorada	35
Figura 24 – Comandos da prensa 1 antes e depois	35
Figura 25 – Comandos do transporte de retorno antes e depois	36
Figura 26 – Comandos da Ponte P (carga) antes e depois.....	36
Figura 27 – Comandos da Ponte D antes e depois	36
Figura 28 – Comandos da Ponte P (descarga) antes e depois	37

1 Introdução

O projecto apresentado neste documento foi realizado na *Sonae Indústria de Revestimentos SA* na Maia, relativo à dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica.

O objectivo deste projecto foi a elaboração de um Manual de Operação dos principais equipamentos fabris, assim como de procedimentos relevantes e boas práticas para a produção de termolaminados. O projecto surge da necessidade de responder à falta de informação organizada e documentada, relativa ao modo operativo dos diversos equipamentos usados para produção de Termolaminados de Alta Pressão, na Sonae Indústria de Revestimentos.

O desenvolvimento do projecto exigiu o envolvimento muito intenso com o processo produtivo aliado, a recolha de informação, de conhecimento e de experiência dos operadores que trabalham com os equipamentos fabris. Realizaram-se reuniões de trabalho e sessões de *brainstorming*, com o objectivo de esclarecer dúvidas e encontrar soluções de possíveis falhas ou imprevistos ocorridos durante o manuseamento dos equipamentos.

Foi necessário analisar todas as operações, procedimento a procedimento, até obter a sequência de todas as acções necessárias à realização de cada tarefa. Posteriormente foi elaborado o manual, onde estão documentadas as operações para a produção de termolaminados assim como soluções possíveis à ocorrência dos imprevistos mais comuns.

Realizou-se um trabalho de melhoria de informação visual dos painéis de comando dos equipamentos, para facilitar o entendimento dos procedimentos documentados no manual, assim como o quotidiano de quem manuseia os equipamentos.

1.1 Apresentação da Empresa

A SONAE foi fundada em 1959 na Maia, onde tem a sua sede, com o objectivo de produzir estratificados a partir de engajo de uva. Problemas tecnológicos inesperados dificultaram o sucesso inicial da sua actividade, tendo-se optado por partir para a produção de termolaminados decorativos à base de papel.

A sua denominação actual surgiu a partir das iniciais da designação social da empresa: Sonae – Sociedade Nacional de Estratificados, SARL. O produto com que consolidou a sua presença no mercado, o Laminite ainda hoje é a marca do laminado da SONAE.

A empresa produziu termolaminados em regime de exclusividade até 1970, quando foi decidida uma expansão dos seus negócios de forma a uma integração vertical na área industrial, tendo iniciado em 1975 a produção de resinas melamínicas e fenólicas.

Por volta de 1982 deu-se uma diversificação na área de negócios, investindo em sectores produtivos com potencial de crescimento. O grupo adoptou uma política estratégica que agrupou as empresas por afinidades tecnológicas ou localização aproximada de mercados.

Em 1986 o grupo organizou-se em Áreas Estratégicas de Negócios surgindo a Área Industrial.

A *holding* do grupo – Sonae Investimentos, SGPS foi criada em 1988, sendo que nesse momento o património industrial da Maia foi integrado na Sonae Indústria de Revestimentos, SA.

Em consequência de uma nova reestruturação no início de 1992, a Sonae Indústria de Revestimentos, SA passou a produzir exclusivamente formaldeído, resinas, papel impregnado e termolaminados.

Em 1994, a empresa dividiu-se em várias entidades autónomas, ficando a SIR apenas com a produção de termolaminados de alta pressão e papel impregnado.

Uma fábrica de resinas foi construída em Sines em 1999 com capacidade de abastecer todas as unidades fabris da Sonae Indústria na Península Ibérica.

No ano de 2005 foi deslocada para Sines a área operacional de impregnação, ficando somente no parque industrial da Maia a produção de termolaminados de alta pressão.

Na figura seguinte está representado o organigrama actual da Sonae Indústria.

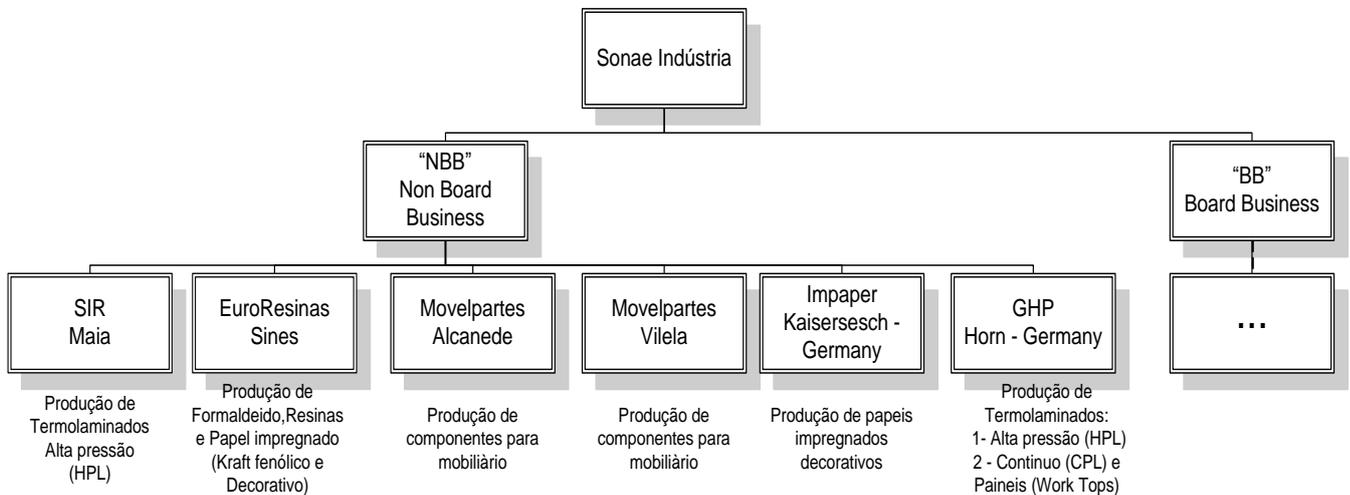


Figura 1 – Organigrama da Sonae Indústria

Na próxima figura estão representados os países em que a Sonae Indústria está presente e o que se produz nas respectivas fábricas, estando assinalada a verde a da Maia que produz HPL (*High Pressure Laminate*), onde foi realizado este projecto.

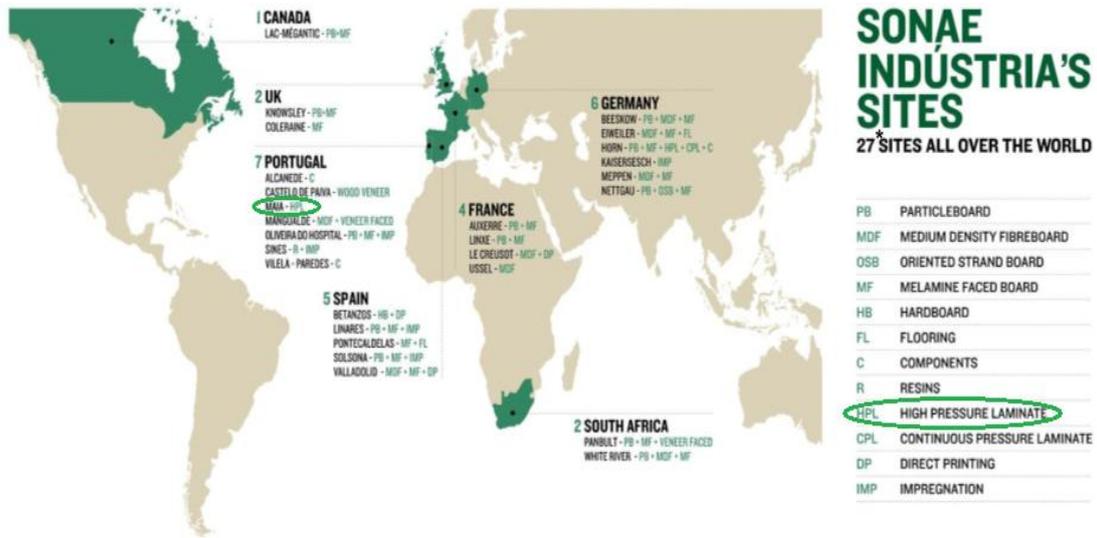


Figura 2 – O universo Sonae Indústria (Fonte: Intranet)

1.2 Processo Produtivo

O processo produtivo na SIR está dividido em duas linhas de produção de termolaminados de alta pressão semelhantes.

O esquema geral do processo é exemplificado na figura seguinte.

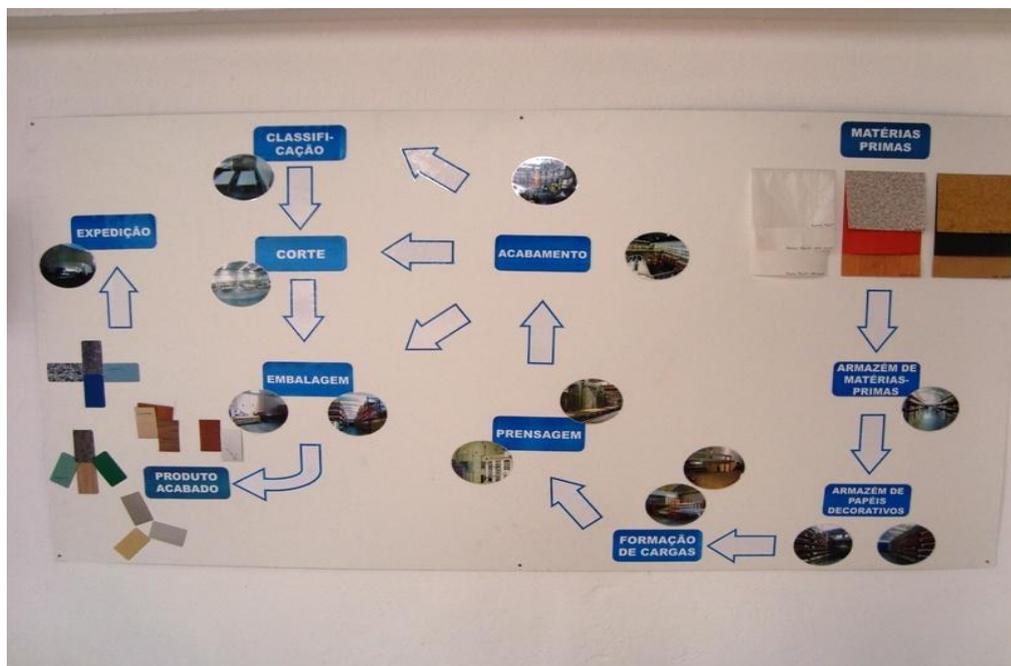
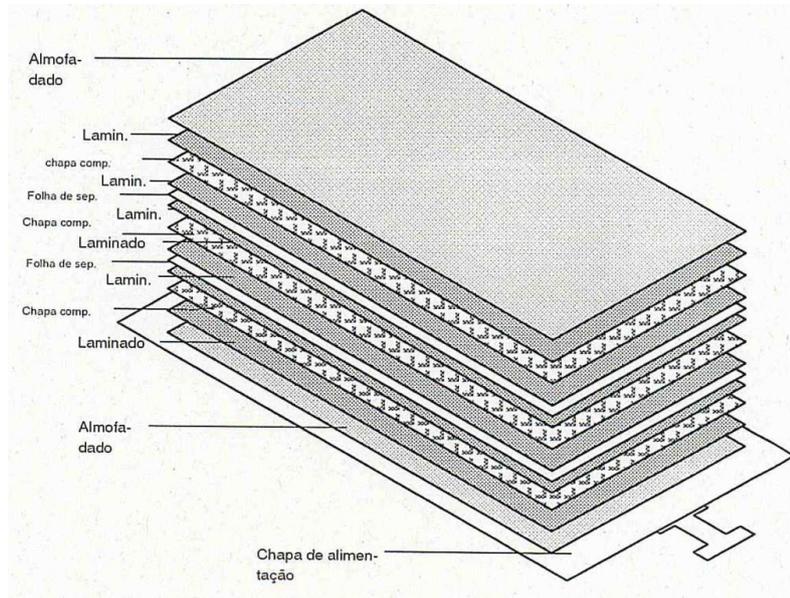


Figura 3 – Esquema do processo produtivo da SIR (Fonte: esquema existente na SIR)

Como se pode observar, o processo inicia-se com a recepção de matérias-primas (kraft, decorativos e overlay) que são alocados nos respectivos armazéns.

Em seguida essas matérias-primas são dispostas em andares, a chamada etapa de formação de carga, para que possam ser carregadas e prensadas. A formação de andares está representada na figura seguinte.



**Figura 4 – Ilustração da formação de um andar imediatamente antes da prensagem
(Fonte: Manual de instalação da prensa 2)**

No final surge a fase de acabamento, onde o material fica pronto (classificado/cortado/embalado) a seguir para o cliente final.

A capacidade produtiva das duas linhas é de 8.500.000 m²/ano, tendo a empresa um volume de negócios de aproximadamente 16.500.000 €/ano.

1.3 Termolaminado decorativo de alta pressão – HPL (High Pressure Laminate)

As normas ISO 4586 e EN 438 dão como definição de HPL:

- Placa composta por camadas de material fibroso celulósico, sob a forma de folhas (por exemplo papel), impregnadas de resinas termoendurecíveis e ligadas entre si pelo processo de alta pressão descrito abaixo.

-O processo de alta pressão é definido como a aplicação simultânea de calor (temperatura $\geq 120^{\circ}$ C) e alta pressão específica (≥ 5 MPa), para permitir que as resinas termoendurecíveis fluam e posteriormente curem para obter um produto homogêneo, não poroso com o aumento da densidade ($\geq 1,35$ g/cm³) e com o acabamento superficial desejado.

Na figura seguinte estão representadas as diferentes camadas geralmente usadas na constituição de laminado.

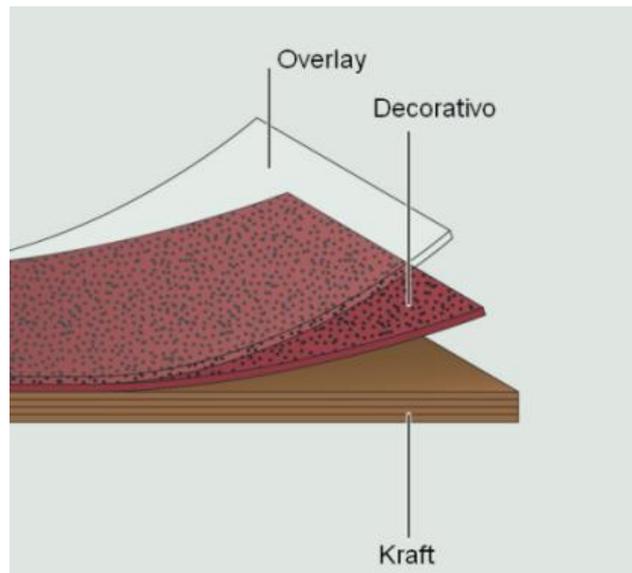


Figura 5 – Constituintes geralmente utilizados num Termolaminado (Fonte: Intranet SIR, adaptada pelo autor)

1.4 Produtos Produzidos

Na SIR produzem-se 3 tipos de laminados:

- Compacto – As duas faces são decorativas sendo o interior castanho ou preto. São aplicados em divisórias de casas de banho públicas e chuveiros, vestiários, ginásios e outros espaços públicos, mobiliário de escritório.
- Laminite – Termolaminado decorativo de alta pressão (HPL). Este laminado é aplicado em superfícies horizontais de mobiliário, como balcões de cozinha e tampos de secretária, em mobiliário de elevado desgaste de escolas, hotéis, restaurantes e, em geral, para aplicações decorativas horizontais ou verticais que requeiram elevadas performances físicas, mecânicas e químicas.
- Metalite – Termolaminado com superfície metálica decorativa para utilização em superfícies verticais. Para revestimento de superfícies planas e curvas.

1.5 Contextualização do Projecto

Devido à complexidade e diversidade dos processos e equipamentos utilizados na indústria, é de elevada importância manter registado o *know-how* existente nas organizações, de forma sistemática, desta forma o “saber adquirido” está sempre disponível a toda a estrutura da empresa, de modo que o que se sabe fazer no presente fique registado para no futuro, pessoas menos experientes ou não habituadas a determinadas operações tenham um guia que permita a sua realização, bem como a resolução de algumas situações menos comuns.

Principalmente em equipamentos antigos, cujos manuais se perderam ou nunca existiram, é fundamental conter um guia do *modus operandis* para realizar ou resolver determinada tarefa.

Essa necessidade aplica-se também à SIR, tal como à maioria das empresas presentes no mercado nos mais variados ramos de negócio. O que cada operário sabe acerca de operar as diversas máquinas, foi-lhe transmitido por operadores mais antigos ou experientes, e foi adquirido com a experiência ao longo do tempo. Na SIR não existe um guia de como realizar as operações passo-a-passo. Toda a informação do modo de operar os equipamentos está na “cabeça” dos diversos operários, estando o *know-how* por vezes disperso ou ausente. Esta situação pode ser crítica, nomeadamente em situações como a ausência dos chefes de secção durante o turno da noite, eventuais ausências de operadores mais experientes, recrutamento de novos operadores ou também pelo esquecimento de como resolver um imprevisto raro ou que tenha ocorrido há muito tempo. O facto de não existir uma lista de verificações/soluções, quando algum imprevisto acontece, pode também acarretar elevados prejuízos se não se agir acertadamente no devido momento.

Não existindo uniformização, nem informação compilada dos procedimentos a executar, não há um modo de operar estandardizado nem organizado. Quando uma sequência de operações segue um determinado modelo, dificilmente ocorrem imprevistos, uma vez que as tarefas estão programadas, cada um sabe o que vai fazer e quando. Tal cenário diminui a ocorrência de avarias assim como todos os respectivos prejuízos, por paragem, perda de produção e reparação dos equipamentos.

Uma forma de resposta a esta falta de informação organizada e registada é a criação de um manual de operação que ajude os operadores e também os gestores a saber detalhadamente como se realizam as operações.

O manual de operação irá abranger dois equipamentos/secções da SIR:

- API- Alta Pressão 1, local onde se processa a matéria-prima, através de um ciclo de prensagem térmica;
- AL1 – Acabamento de Laminados 1, onde os laminados são cortados longitudinalmente e transversalmente, e depois lixados.

1.6 Temas abordados e sua organização

O presente documento foi organizado em 6 capítulos divididos em subcapítulos. O presente capítulo faz a apresentação da empresa, bem como uma descrição do processo produtivo e uma contextualização ao projecto realizado.

No Capítulo 2 é feita uma justificação da necessidade da elaboração de manuais assim como as suas vantagens, expondo a teoria do uso de manuais como ferramenta de uniformização e como ferramenta de melhoria contínua.

A metodologia usada para a aquisição de *know-how*, recolha de informação e para tudo o que é necessário à criação de manuais é exposta no Capítulo 3.

No Capítulo 4 são apresentados todos os temas e como estão organizados os manuais elaborados.

O trabalho de melhoria de informação visual dos painéis de comandos das unidades produtivas onde se realizaram manuais é abordado no Capítulo 5.

As conclusões retiradas após a elaboração deste projecto serão apresentadas no Capítulo 6.

2 O Manual como ferramenta

2.1 O Manual como ferramenta de uniformização

Um dos princípios defendidos pelo modelo TPS - *Toyota Production System* (Liker, 2004), é que a uniformização dos procedimentos é um alicerce para a melhoria contínua e capacitação dos funcionários, ou seja:

- Usar procedimentos estáveis que se podem repetir para manter a previsibilidade, regularidade do tempo e dos processos. Criando assim fluxo e um sistema “*pull*”.
- Recolher o *know-how* acumulado sobre um processo, padronizando as melhores práticas. Permitir a expressão criativa dos operários para melhorar o padrão e adicioná-la ao novo padrão para que, quando alguém sair da organização se possa transmitir o *know-how* à pessoa substituta.

Sem a uniformização, mesmo que alguém individualmente faça melhorias, ninguém aprende com isso, excepto em discussões improvisadas. Se essas melhorias estiverem acessíveis a toda a estrutura, então toda a empresa ganha com a boa prática. Uma ideia individual que era uma oportunidade de melhoria passa assim a ser um procedimento habitual, e quando novas melhores práticas surgirem, passarão a ser essas as estandardizadas para a respectiva operação. Estando assim acessível para todos, o saber nunca se perde, simplesmente aumenta, tornando o processo cada vez mais competitivo.

Numa economia onde a única certeza é a incerteza, a única fonte segura de vantagem competitiva duradoura é o conhecimento. (Harvard, 1998)

A uniformização dos processos é dos temas centrais na filosofia *lean thinking*. Uniformizar, normalizar ou estandardizar significa fazerem todos do mesmo modo, seguindo a mesma sequência, as mesmas operações e as mesmas ferramentas. A uniformização de processos passa pela documentação dos modos operatórios, garantindo que todos seguem o mesmo procedimento, utilizando do mesmo modo as mesmas ferramentas e sabem o que fazer quando confrontados com diversas situações. (Pinto, 2009)

2.2 O Manual como ferramenta de melhoria contínua

O facto de registar as melhores práticas num manual numa determinada altura não significa que essas práticas sejam sempre as melhores. Cada vez que surja uma prática melhor sucedida deve ser implementada, promovendo assim a melhoria contínua. Desta forma, o manual não pode ser visto como vitalício, mas sim como um alvo de mudança, desde que seja sempre para melhor. Ao longo dos tempos o modo de operar vai-se alterando, novas ideias, práticas ou problemas vão surgindo, e sempre que isso aconteça deve-se seguir o ciclo:

1. Ouvir as novas ideias, dando oportunidade a quem opera com as máquinas de se expressar e criticar o funcionamento, criando novas hipóteses e reflectindo se a hipótese de melhoria é viável ou não;
2. Aplicar as novas ideias ou soluções, não esperando pela solução perfeita mas avançando com as pequenas iniciativas que vão surgindo. Reunir dados baseados na observação directa;

3. Comparar os resultados da ideia/hipótese com os resultados pré-ideia/hipótese. Procurar entender o que correu bem e o que correu mal;
4. Se as novas ideias forem eficazes, criar um padrão que possa ser mantido. Registrar as lições aprendidas e partilhar as boas práticas. Se as novas ideias não forem eficazes iniciar de novo o ciclo, começando pelas ideias. Observar a actual condição e definir novos objectivos rumo à solução ideal e recomeçar novo ciclo pensando em novas ideias.

Este é o ciclo PDCA, também conhecido pelo ciclo de melhoria contínua, que consiste numa sequência que serve de orientação à melhoria contínua, à realização de mudanças ou à análise de situações ou problemas.

As siglas PDCA significam Plan (planear), Do (acção), Check (verificar) e Act (ajustar). Geralmente as pessoas abdicam do planeamento (P), e passam logo para a acção (D), o que vai resultar em constantes interrupções, avanços e recuos e também desperdício. Pode-se então fazer uma analogia entre o PDCA e os itens 1,2,3,4 acima:

- Sendo o P de planear correspondente ao item 1, a reflexão acerca de novas ideias ou soluções.
- O D de acção (do) corresponde ao item 2;
- O C de verificar (check) será o 3;
- Enquanto o A (act) corresponderá ao 4.

Após as novas ideias serem validadas e confirmadas que são as melhores práticas é necessário uniformizar, visto que a uniformização é o calço ou o sustento da melhoria contínua como está ilustrado na figura seguinte.

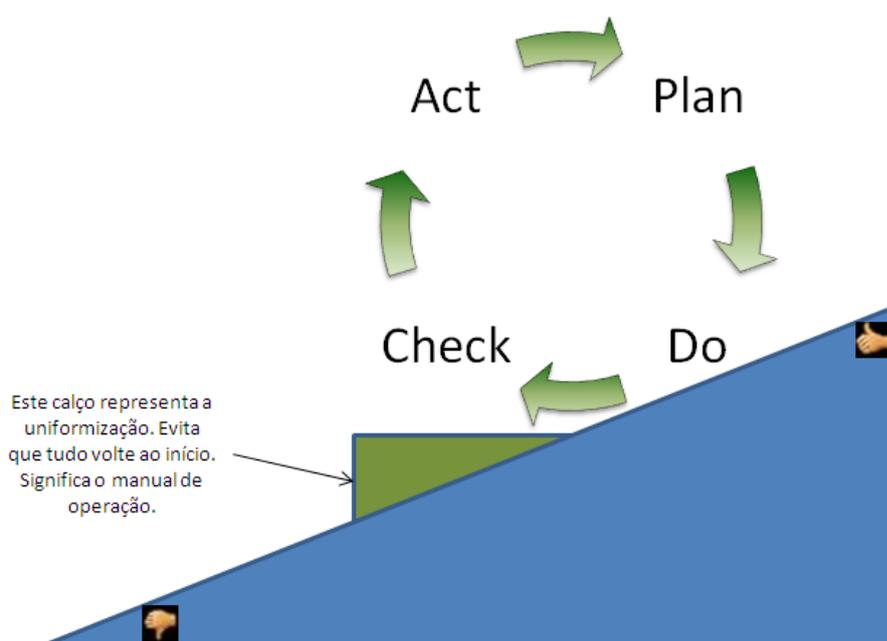


Figura 6 – Ciclo PDCA com uniformização, Ciclo SDCA (adaptada de Pinto, 2009)

Para que a melhoria seja contínua é necessário que existam reuniões periódicas, ao estilo *brainstorming* com o intuito da geração de novas ideias ou soluções, iniciando o ciclo PDCA, com o objectivo de encontrar soluções óptimas, mas sempre que se encontrem pequenas soluções, estas devem ser implementadas e inseridas ou alteradas no manual, com o objectivo de suportar as melhorias encontradas, não deixando que o ciclo PDCA desça na rampa de melhoria. Não esquecendo que mesmo quando se sobe pouco na rampa de melhoria, esta deve ser apoiada para que não se volte a descer, ou seja, a perder a melhoria identificada.

A cada volta do ciclo de melhoria contínua, deve registar-se o conhecimento e as boas práticas promovendo a uniformização, isto é, o ciclo SDCA. (Pinto, 2009)

O ciclo SDCA corresponde ao ciclo PDCA adicionado à uniformização (S - *standardization*), obtém-se o ciclo SDCA, ilustrado na figura acima.

Pode-se então concluir que o registo das melhorias no manual irá promover o ciclo de melhoria contínua apoiado na uniformização.

3 Metodologia

Este capítulo é uma breve descrição de procedimentos e de métodos utilizados para levar a cabo a realização do Manual de Operação e Processo para a Produção de Laminados. Certamente que eles contribuíram para o sucesso do trabalho estruturando os problemas e facilitando as soluções.

Inicialmente não existia qualquer tipo de registo de informação quanto ao modo de proceder nas várias operações de produção de termolaminados no que respeita ao manuseamento dos equipamentos. Então o ponto de partida foi entender o processo e as suas etapas, conhecendo todas as operações para determinar o total de matéria a ser coberta pelo manual.

Como auxílio à organização de todas as operações a realizar no processo de produção também se recorreu a *Mind Maps* (ver Figura 7), que permitiram desfragmentar o processo em várias operações, e na fase seguinte entender como elas se fazem e dividi-las nos procedimentos necessários para realizar cada operação.

Após familiarização com o processo e conhecimento de quais as operações a realizar, recolheu-se informação junto dos operadores, de modo exaustivo, para que não se falhasse nenhum passo na sequência dos procedimentos.

A recolha de informação foi feita no terreno, através de acompanhamento dos operários na realização das tarefas, fazendo perguntas e pedindo explicações, e inclusive pedindo aos operários para realizar a tarefa que se está a estudar, de modo a que se entenda melhor como fazer, evitando falhas de comunicação e assegurando que nenhum passo fica esquecido.

Anotaram-se todos os passos de uma forma clara e concisa, certificando que o processo ficava dividido em etapas individuais para torná-los facilmente compreensíveis.

Para a recolha de informação acerca de resolução de imprevistos foram organizadas diversas reuniões, algumas do tipo *brainstorming*. Nessas reuniões foram analisados os imprevistos mais comuns e as possíveis maneiras de os solucionar, para numa fase posterior, identificar e documentar passo a passo as acções a serem tomadas para solucionar a anomalia ou imprevisto.

Após todos os passos estarem documentados foi necessário validar os procedimentos, essa validação foi feita no próprio local onde as tarefas são executadas, efectuando as operações seguindo a sequência dos procedimentos documentados. Esta operação permitiu efectuar as devidas correcções ou acréscimos de etapas.

3.1 *Mind Map*

Mind Map cujo significado é mapa mental, foi criado por Tony Buzan, é um tipo de diagrama que tem como objectivos:

- Gerir informação e conhecimento;
- Compreender e solucionar vários tipos de problemas;
- Ajudar na memorização e aprendizagem;
- Servir como ferramenta de *brainstorming*;
- Ajudar na elaboração de palestras, livros e manuais.

Para a criação de mapas mentais são necessários três requisitos básicos: (Nast, 2006)

- Identificação de palavras-chave;
- Criação de ramos principais;
- Desenhar ícones expressivos.

Ao desenhar um mapa mental, parte-se do centro, onde está a ideia principal ou tema. De onde saem as ramificações das informações relacionadas. A ideia principal ou tema aplica-se a qualquer tipo de tarefa, actividade ou evento. Na elaboração de um mapa mental, cada parte de um mapa é associada com a restante, criando ligações entre cada conceito.

É um modo de planear e representar graficamente as ideias que se organizam em torno de um determinado tema. O mapa mental funciona de uma forma idêntica ao cérebro, ao pensar num tema ramifica-o para várias ideias ou conceitos, cada conceito divide-se em outros conceitos desfragmentados relacionados com o anterior e com o tema principal.

Os mapas mentais podem ser elaborados manualmente, com canetas coloridas e papel, mas existe também software disponível, que auxilia a representação gráfica dos mapas. As cores ajudam a memorizar o mapa mental e a identificar a relação que os conceitos têm com o tema principal.

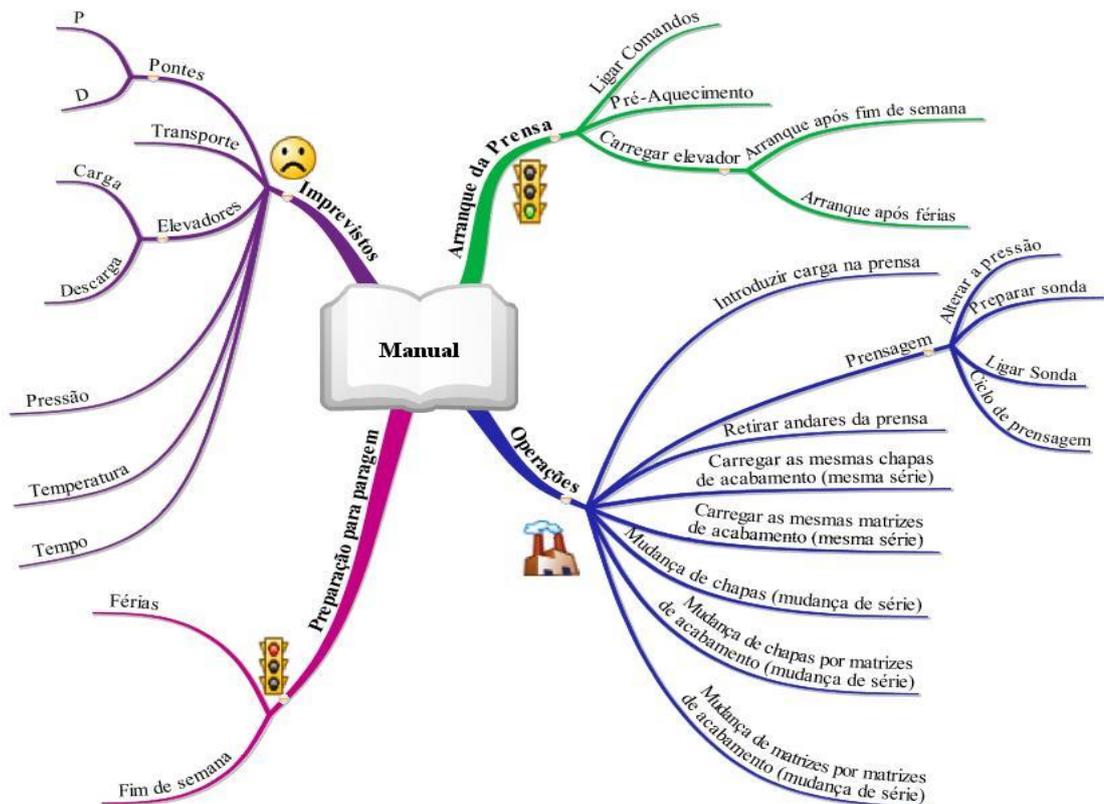


Figura 7 – Mind Map para auxílio à elaboração do manual da AP1

É um processo de pensamento de todo o cérebro que se expande à medida que se foca o pensamento, é lógico bem como imaginativo. É um processo rápido, flexível e espontâneo que permite jogar com ideias, mas também incentiva a pensar em profundidade. Ele permite ver a imagem inteira, assim como uma quantidade enorme de detalhes. É divertido, transmite muita informação num espaço concentrado, que permite ver as conexões, é uma poderosa ferramenta para comunicar ideias. (Lumsdaine, 1995)

3.2 **Brainstorming**

Brainstorming é uma palavra inglesa que significa “tempestade mental” ou “tempestade de ideias”, corresponde a uma técnica criada por Alex Osborn.

O *brainstorming* é usado quando num curto espaço de tempo se deseja encontrar possíveis causas de um problema, gerar muitas ideias ou acções a tomar.

É uma técnica que propõe que um grupo de pessoas se reúna e se sirva das diferenças de pensamentos e ideias para que se possa chegar a uma ideia que seja comum, eficaz e de qualidade. Havendo uma conversa focada num determinado assunto, que visa o surgimento de ideias para encontrar uma solução. Nestas reuniões nenhuma ideia é descartada ou julgada errada ou absurda. Todas as ideias são ouvidas e anotadas, sendo depois discutidas e exploradas até à chegada da solução efectiva.

Quando se está a participar numa sessão de *brainstorming*, não se deve julgar as ideias antes de as explorar. Uma ideia que inicialmente pode parecer má, após explorá-la pode revelar-se a solução. Para além de que ao julgar uma ideia, está-se a inibir as pessoas para darem mais ideias, estas podem ficar com vergonha ou receio de ser julgadas. Portanto, mesmo que aparentemente a ideia de um membro da reunião pareça inexequível, deve-se atrasar o julgamento dando hipótese de se gerarem mais ideias antes de se optar. E quanto mais ideias se gerarem durante a sessão, maior hipótese existe de surgir uma melhor ideia. Podendo uma ideia gerar outra, e uma ideia menos boa pode originar uma óptima ideia.

Os princípios para uma reunião de *brainstorming* são:

- Nunca permitir que surja uma crítica ou julgamento de uma ideia. Este é um princípio básico para que o *brainstorming* funcione. É uma das principais diferenças entre *brainstorming* e as reuniões normais.
- Todas as ideias são bem-vindas, é uma forma de libertar os intervenientes e encorajá-los para que sugiram qualquer ideia que lhes venha à mente. Deixar os preconceitos e inibições para trás quando se geram ideias. Quando este clima está criado, está automaticamente criado o ambiente de *brainstorming*.
- Quantidade é qualidade, quantas mais ideias estiverem em cima da mesa, melhor será a sessão de *brainstorming*, visto que se aumenta a hipótese de encontrar uma boa solução.
- Sincronização do grupo, quando surge uma ideia os restantes elementos do grupo devem pensar nessa ideia, para que surjam ideias adicionais e se reconstrua sobre as ideias dos outros.

Os grupos de *brainstorming* são geralmente constituídos por:

- O líder, deve conhecer os princípios do *brainstorming* e ter facilidade em manter uma clima descontraído.
- O secretário, deve ter facilidade em escrever rápido, uma vez que vai apontando as ideias que surgem. Não deve apontar o nome das pessoas que dão as ideias, uma vez que o anonimato encoraja as pessoas a falar.
- Os membros, são as pessoas que lidam com o problema e das quais devem surgir as ideias. Devem ser pessoas com a mesma hierarquia dentro da organização ou departamento, uma vez que a maioria das pessoas não se consegue libertar e se sente constrangido diante do chefe.

Nas reuniões de *brainstorming* existem 3 etapas principais (Figura 8):

- Encontrar os factos;
- Geração da ideia;
- Encontrar a solução.

A fase da procura dos factos subdivide-se em 2 partes:

- Definição do problema, o problema que queremos solucionar;
- Preparação, os membros devem saber de ante mão qual o tema a tratar na reunião, para que pensem no assunto e no momento da reunião já tenham ideias em vista.



Figura 8 – Principais etapas das reuniões de *Brainstorming*

Começa-se então por definir o problema que se pode dividir em várias partes. Passando depois para uma fase de preparação, em que os intervenientes vão reflectir sobre o problema para posteriormente já saberem qual o assunto e já terem ideias em mente. Depois é necessário recolher toda a informação que seja necessária para a solução do problema, registando todas as ideias, mesmo que à partida pareça que não funcionam. Após todas as ideias estarem registadas são discutidas de modo a decidir qual a melhor solução ou a mais favorável ao problema em questão, uma vez que *brainstorming* funciona para problemas que têm muitas soluções.

O *brainstorming* é muito importante para descobrir imprevistos numa linha de produção, e encontrar a melhor solução para cada um deles. Tem a vantagem do reconhecimento do mérito das soluções encontradas, visto que é um trabalho em equipa.

4 Os Manuais passo a passo

O manual foi orientado para quem o irá usar mais frequentemente, ou seja, os operários. O objectivo do manual é que seja simples e prático, por isso deve ser intuitivo visualmente e focado nas operações e procedimentos. Simples mas eficaz, como uma receita, que cada vez que se executa, passo a passo, se obtêm os mesmos resultados finais.

Para que seja fácil encontrar a operação desejada, cada um dos volumes do manual foi dividido em 6 partes:

- Introdução
- Preparação para produção
- Produção
- Preparação para paragem
- Imprevistos
- Anexos

Mais à frente cada uma destas secções será apresentada detalhadamente.

Para descrever cada operação, foi criada uma lista de procedimentos, que aparecem ordenados pela sequência que serão executados.

Para cada operação foi construída uma tabela na qual constam os procedimentos a executar, cada tabela tem um número de indexação, o 1º número corresponde ao capítulo a que esta se refere, os restantes números referem-se à alínea do capítulo em que esta vem mencionada sendo o último número correspondente à posição que a tabela aparece nessa alínea. Por exemplo, na tabela da operação “4.1.1 – Retirar prensada do interior da prensa e descarregamento parcial do elevador”, o “4” corresponde ao 4º capítulo, “Preparação para paragem” o 2º número corresponde à alínea e o 3º (último) número à ordem em que está a tabela nessa alínea.

Em cada um dos procedimentos das tabelas estão contidos:

- Número da sequência, para que seja facilmente identificável e com orientação;
- Identificação do procedimento;
- Local ou painel de comandos onde o procedimento se executa;
- A acção ou o método a usar para efectuar o procedimento;
- Número do comando, caso a acção seja executada premindo ou accionando um comando (no final de cada tabela de operação constam ilustrações dos painéis de controlo que serão usados nessa operação)
- Fotos elucidativas à acção a tomar para a execução do procedimento, para que o local da acção ou o comando a executar seja facilmente identificado;
- Observação ou comentário, onde consta informação complementar ao procedimento, tal como boas práticas ou técnicas usadas na execução do procedimento.

Na figura seguinte está um exemplo do modo como foram organizadas as instruções das operações contidas no manual.

4.1.1 - Retirar prensada para o elevador de descarga e descarregamento parcial do elevador						
Seq.	Operação	Painel/Local	Ação/Metodologia	Botão	Fotografia	Observações
1	Ligar elevador de descarga	Mesa 1 de comando da prensa	Elevador de descarga na posição 1	61		Rodar interruptor para a posição 2 e depois para 1 (AUTO), o elevador sobe
2	Abrir garras		Premir: Braço de Descarga →	28		Após o elevador subir, verificar se as garras do braço estão abertas

Figura 9 – Exemplo da organização das instruções no manual

A ilustração do painel de comando correspondente ao exemplo anterior está na figura 10.

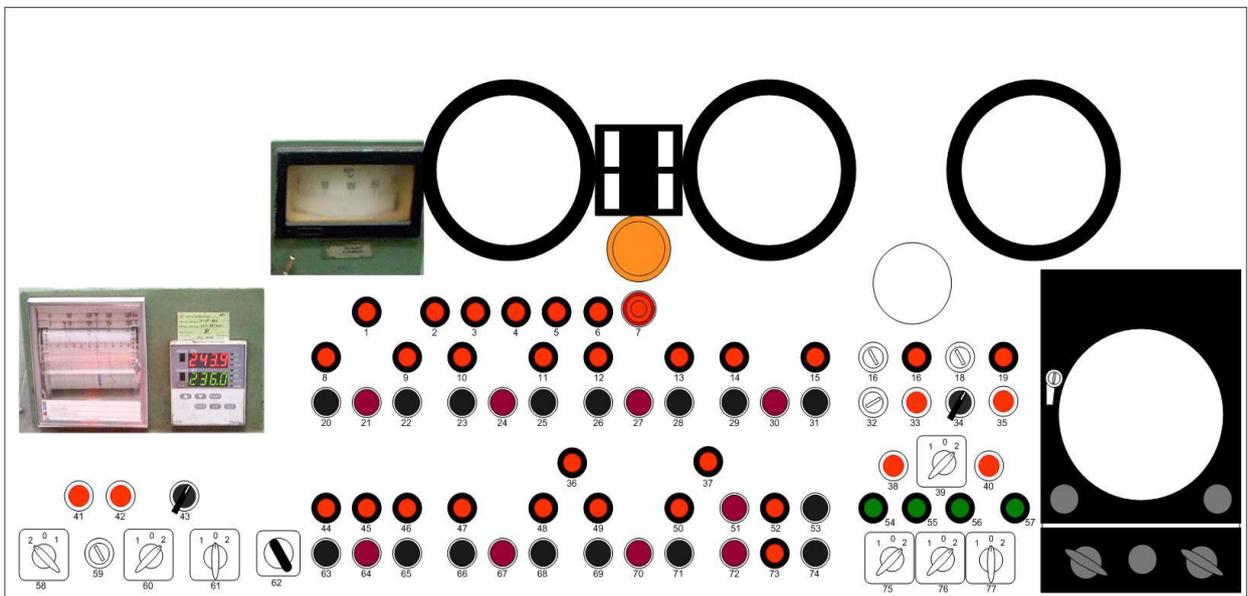


Figura 10 – Mesa 1 de comando da Prensa

Nas restantes alíneas deste capítulo será feita uma apresentação dos conteúdos do manual, enquanto as sequências de operação estarão na íntegra no manual em anexo.

4.1 Volume I: Alta Pressão 1 – AP1

4.1.1 A introdução ao Manual da AP1

Na introdução é feita uma descrição do *layout* da AP1 (ver figura seguinte), identificando detalhadamente cada uma das zonas. Para questões de simplificação e de identificação teve que se atribuir nomes a cada um dos locais de acção. Foi também explicado o que é um termolaminado e seus constituintes. Nesta alínea da dissertação a apresentação será mais detalhada do que no manual para que o leitor fique contextualizado com a unidade fabril.

4.1.1.1 Apresentação da AP1

A AP1 foi a primeira linha de produção de laminados, iniciada aquando da fundação da Sonae em 1959, mantendo-se a prensa desde essa altura, tendo sofrido modificações ao longo das décadas.

A AP1, cujas siglas significam Alta Pressão 1, contém (ver Figura 11):

- A prensa de alta pressão, que produz termolaminados de alta pressão a quente, é do ano 1959, da marca Siempelkamp;
- O elevador de carga;
- O elevador de descarga;
- A ponte P;
- A ponte D;
- O armazém de chapas de acabamento;
- O armazém de matrizes de acabamento;
- O tramo de rolos.

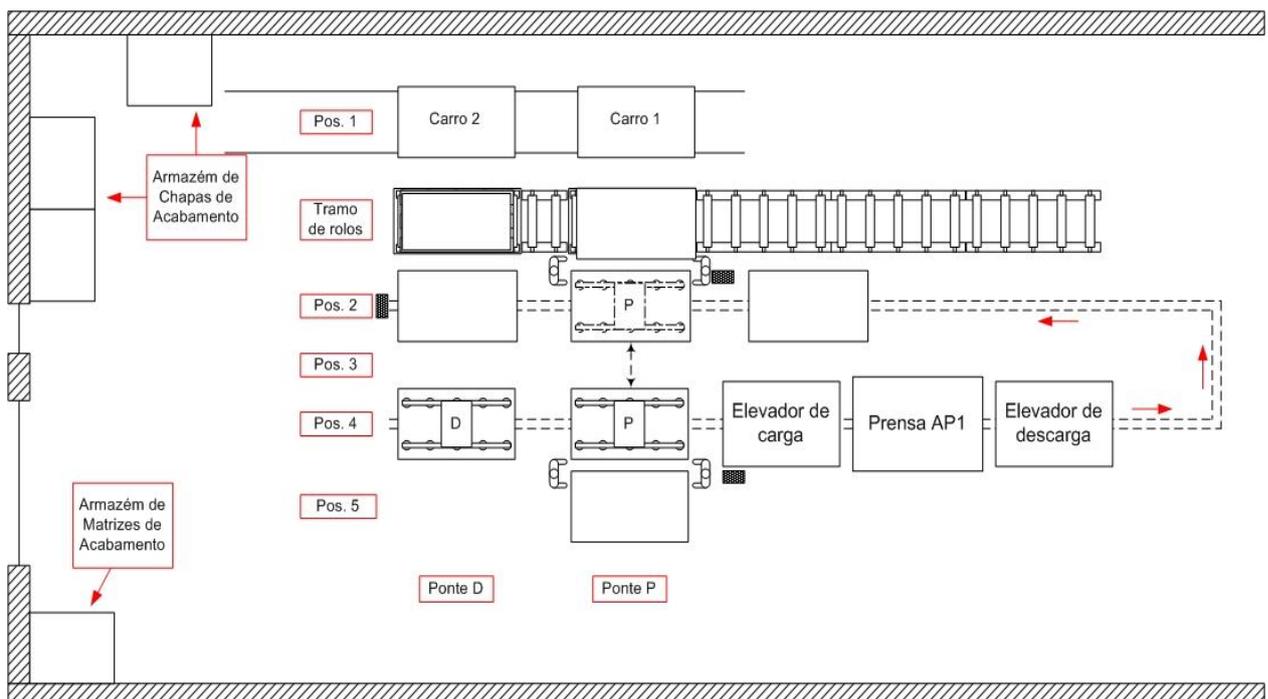


Figura 11 – Layout da AP1

Na figura anterior podem-se identificar 5 posições onde param as pontes, mais a do tramo de rolos, cada uma dessas posições está apresentada seguidamente:

- Posição 1, linha onde se deslocam os carros 1 e 2, também conhecida como “*O Lugar das Chapas*”, uma vez que na operação de mudança de chapas é num desses carros que uma ponte coloca as chapas a descarregar da prensa e a outra ponte retira as chapas do outro carro e as coloca na mesa de carga.
- Posição 2, também chamada de “*Mesa de Retorno*” ou “*Mesa de Descarga*”, é nesta posição que chapas de transporte contendo laminados e chapas de acabamento chegam às pontes para serem descarregadas.
- Posição 3, esta posição é onde a ponte D pára e faz uma rotação de 45° para permitir uma inspeção visual da superfície inferior das chapas de acabamento.
- Posição 4, também conhecida como “*Mesa de Carga*”, é a mesa que dá acesso ao elevador de carga, é onde as pontes colocam chapas de transporte e as carregam com chapas de acabamento, e os operadores carregam matéria-prima.
- Posição 5, onde se colocam os carros de matéria-prima a carregar pelos operadores para a Pos. 4.
- O Tramo de Rolos, situa-se entre as posições 1 e 2, faz a ligação entre a AP1 e o Acabamento de Laminados 1 – AL1

Seguidamente será apresentado cada um dos equipamentos ou locais da AP 1 e suas funções:

1. Prensa

É uma prensa de accionamento hidráulico, através de 3 tipos de bombas: bomba de baixa, média e alta pressão. O fluido hidráulico é óleo solúvel, que bombeado empurra os 6 pistões da prensa solidários com o prato inferior. À medida que este sobe fecha os 15 andares da prensa, sendo o último prato superior fixo. Após estarem todos os andares fechados os pistões continuam a fazer pressão aumentando-a até à pressão de serviço. Depois de se atingir a pressão de serviço é mantida com um determinado amortecimento, em que a bomba eleva a pressão ligeiramente e desliga-se, após alguns minutos a pressão decresce até ligeiramente abaixo da pressão de serviço accionando a bomba. Durante todo o processo de prensagem é realizado este amortecimento da pressão em torno do valor programado para a prensagem, sendo também aplicado um ciclo térmico dividido em duas fases: o aquecimento; e o arrefecimento. O calor é transferido entre os pratos da prensa e os laminados. Os pratos da prensa são atravessados por canais onde circula água quente, no aquecimento, e água fria no arrefecimento. Neste último o calor é transferido dos laminados para a água, provocando o arrefecimento quer dos laminados, quer dos pratos de prensa.

A água quente do aquecimento e a fria do arrefecimento circulam em circuito fechado. A água quente é aquecida num permutador cuja fonte de calor é a cogeração. Este permutador troca calor entre um circuito fechado de água que passa pela cogeração e a água do acumulador de água quente. Existe também um acumulador de água fria para o arrefecimento, este acumulador está ligado a um permutador que troca calor com um circuito fechado de água que passa pela torre de arrefecimento.

Entre os acumuladores de água quente e fria há 3 acumuladores intermédios designados por recuperadores de temperatura que fazem circular água à prensa no início do aquecimento e do arrefecimento. A água do final do ciclo de aquecimento é introduzida nesses acumuladores, enquanto a água que estava contida nesses acumuladores é introduzida nos canais da prensa, ou seja, a água do processo final de aquecimento é retida no acumulador para posteriormente ser introduzida na prensa no início do aquecimento seguinte. Enquanto a água do final do arrefecimento é conduzida para esses acumuladores para ser a primeira água a entrar no início do arrefecimento seguinte.

A água de arrefecimento circula em circuito transferindo o seu calor através de um permutador para outro circuito ligado a uma torre de arrefecimento.

No início do aquecimento, ao introduzir a água de aquecimento intermédio depositada nos recuperadores, está-se a evitar os choques térmicos e a poupar energia, visto que está a uma temperatura intermédia, fazendo assim um pré-aquecimento, uma vez que a água do recuperador intermédio está mais quente que a água do arrefecimento, mas não tanto quanto a do aquecimento (ver Figura 12), o circuito é feito entre a prensa e os recuperadores de temperatura.

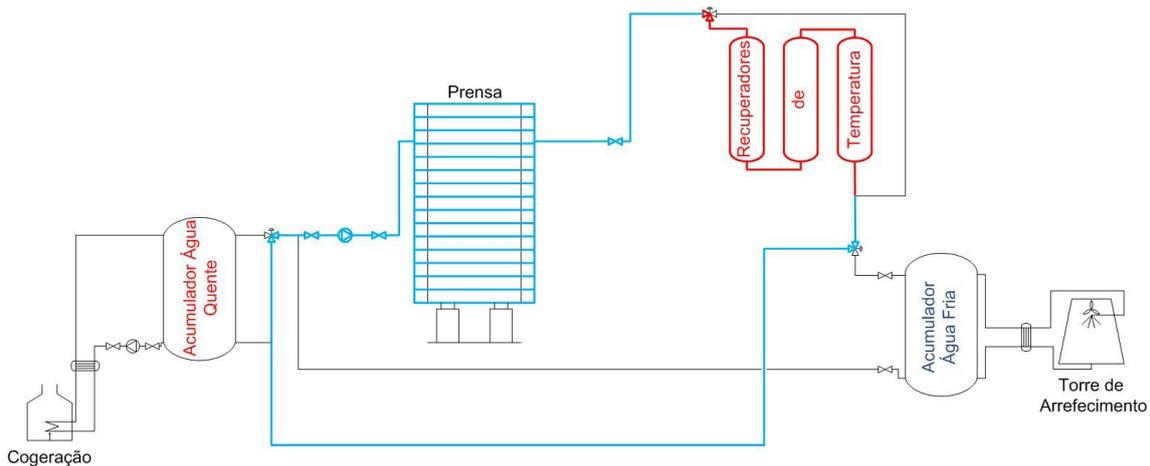


Figura 12 – Esquematização do circuito do início do aquecimento

Após introduzir na prensa a água de aquecimento intermédio dos recuperadores de temperatura, e encher os recuperadores com água do arrefecimento, fecha-se a válvula dos recuperadores e abre-se a válvula do acumulador de água quente, ficando o circuito a fazer-se entre a prensa e o acumulador de água quente (ver Figura 13).

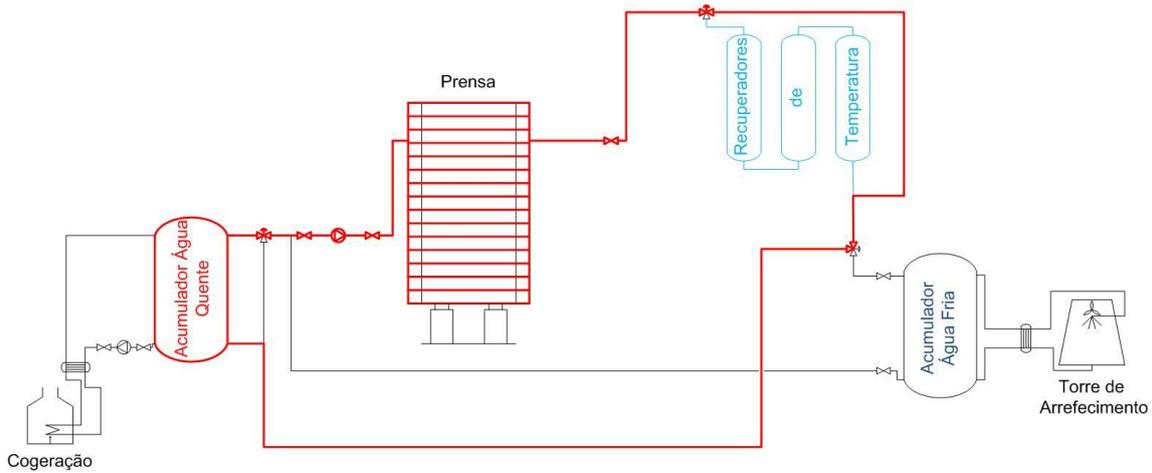


Figura 13 – Esquematização do circuito de Aquecimento

Quando termina o aquecimento, fecha-se a válvula do acumulador de água quente e abre-se a válvula dos recuperadores de temperatura, a água de aquecimento contida na prensa é bombeada para os recuperadores de temperatura e a água de arrefecimento intermédio que estava nesses recuperadores regressa à prensa, iniciando-se o arrefecimento (ver Figura 14), neste caso o circuito é feito entre a prensa e os recuperadores de temperatura.

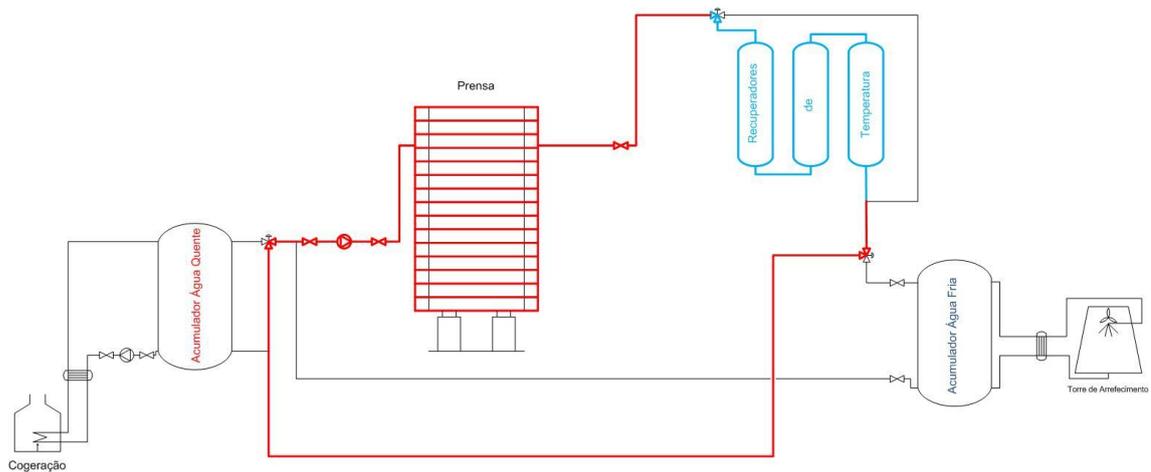


Figura 14 – Esquematização do circuito do início do Arrefecimento

Terminada esta troca fecha-se a válvula de passagem para os recuperadores e abre-se a válvula de passagem para o acumulador de água fria, ficando o circuito a fazer-se entre a prensa e o acumulador de água fria, fazendo o arrefecimento da prensa (ver Figura 15).

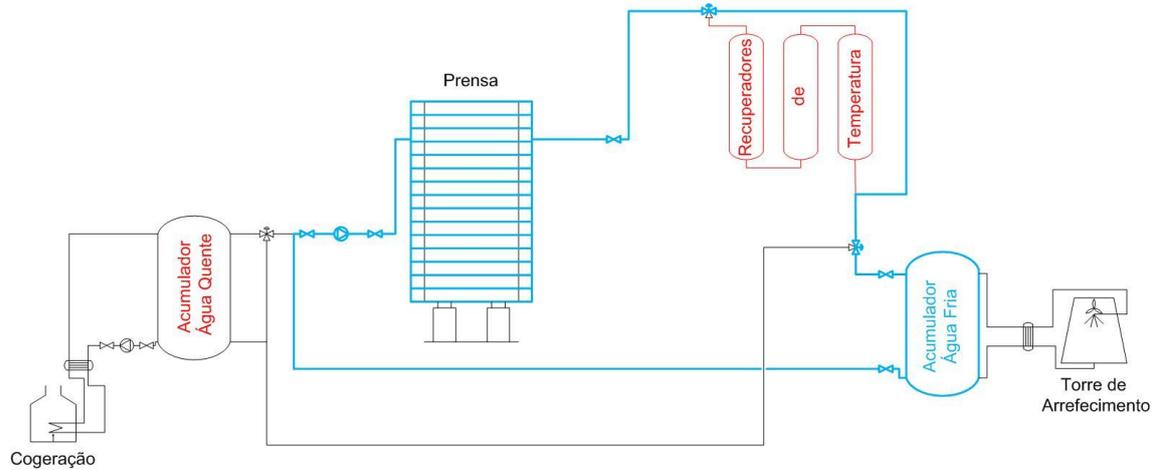


Figura 15 – Esquematização do circuito de Arrefecimento

Quando termina o arrefecimento fecha-se a válvula de passagem aos recuperadores assim como a válvula de passagem aos acumuladores, ficando o circuito fechado somente à prensa (Ver Figura 16).

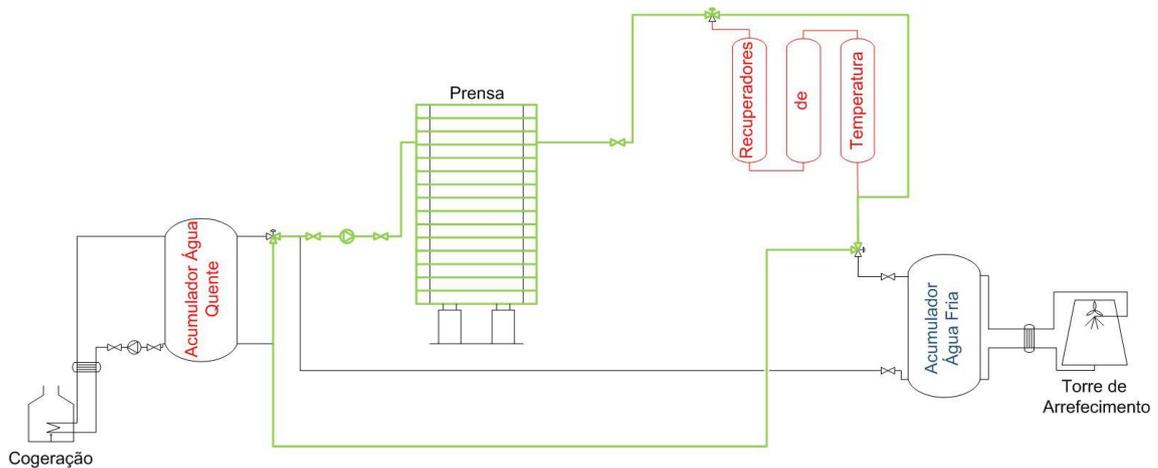


Figura 16 – Esquematização do circuito de Circulação à Prensa

Quando se iniciar novo ciclo de aquecimento, volta tudo ao início, abrindo a válvula de passagem aos recuperadores de temperatura introduzindo a água de aquecimento intermédio na prensa e enchendo os recuperadores com a água do arrefecimento anterior contida na prensa.

Com este mecanismo consegue-se manter a água do acumulador intermédio a uma temperatura média, para que antes de entrar água quente na prensa, entra água quente intermédia (recuperadores) e faz um pré-aquecimento para depois entrar a água quente

(acumulador de água quente). Após o aquecimento entra água fria intermédia (recuperadores) para iniciar o processo de arrefecimento e depois entra a água fria (acumulador de água fria).

2. Elevador de carga

O elevador de carga é onde as chapas de transporte assim que carregadas são introduzidas, através dos ganchos de transporte existentes na mesa de carga. Assim que uma chapa de transporte termina de ser carregada é introduzida no elevador de carga, após a chapa de transporte entrar no elevador, este sobe um andar, para que outra chapa seja introduzida. Quando o elevador de carga estiver completo, o braço de carga empurra as chapas de transporte para o interior da prensa.

3. Elevador de descarga

O elevador de descarga é para onde são retiradas as chapas de transporte no final da prensagem. No final do ciclo de prensagem um braço de descarga agarra as chapas de transporte e puxa-as do interior da prensa para o elevador de descarga. O elevador desce e começam a sair as chapas de transporte já com termolaminados. A cada chapa que sai do elevador de descarga, este desce um andar até estar descarregado.

4. Ponte P

A ponte P serve para operar com chapas de acabamento, matrizes de acabamento e chapas de transporte. Serve para carregar as mesmas chapas/matrizes de acabamento da prensada anterior, neste caso opera entre as posições 2 e 4, para retirar chapas/matrizes de acabamento opera entre as posições 2 e 1, para carregar uma série diferente de chapas/matrizes de acabamento opera entre as posições 1 e 4. Serve também para movimentar chapas de transporte entre as posições 2 e 4.

5. Ponte D

A ponte D tem as mesmas funções da ponte P com a excepção que a ponte D tem a opção de girar 45° na posição 3.

6. Armazém de chapas/matrizes de acabamento

Estes armazéns é onde as chapas e as matrizes de acabamento estão guardadas quando não estão a ser necessárias para a produção dessas referências de acabamentos.

7. Tramo de rolos

O tramo de rolos é para onde são descarregados os termolaminados acabados de produzir. Os termolaminados seguem para o acabamento pelo tramo de rolos.

4.1.1.2 Termolaminado de alta pressão

As placas de HPL – *High Pressure Laminate* são obtidas através de prensagem a quente de folhas de papel impregnadas com resinas termoendurecíveis. As características do produto final dependem de 3 variáveis: temperatura, pressão e tempo de ciclo.

4.1.1.2.1 Definição

As normas ISO 4586 e EN 438 dão como definição de HPL:

- Placa composta por camadas de material fibroso celulósico, sob a forma de folhas (por exemplo papel), impregnadas de resinas termoendurecíveis e ligados entre si pelo processo de alta pressão descrito em baixo.

-O processo de alta pressão é definido como a aplicação simultânea de calor (temperatura $\geq 120^\circ \text{C}$) e alta pressão específica ($\geq 5 \text{ MPa}$), para permitir que as resinas termoendurecíveis fluam e posteriormente curem para obter um produto homogêneo, não poroso com o aumento da densidade ($\geq 1,35 \text{ g/cm}^3$), e com o acabamento superficial desejado.

4.1.1.2.2 Matérias-primas

As matérias-primas utilizadas na produção de termolaminados são essencialmente as folhas de papel impregnadas em resinas termoendurecíveis.

Kraft

As folhas de *Kraft* são usadas para conferir a espessura do laminado, são papéis de suporte, de maior espessura e gramagem. A sua quantidade na formação do laminado é em função da espessura desejada, estes papéis são de cor acastanhada, são impregnados em resina fenólica.

Folhas decorativas

Os papéis decorativos são de dois tipos, unicolores e impressos (imitações de madeiras, de pedras, fantasia, etc.). Estes papéis são impregnados com resina melamínica. Os papéis decorativos conferem ao laminado o aspecto desejado, qualquer que seja a impressão pode servir de decorativo.

Existem também folhas decorativas de alumínio que oferecem ao laminado um aspecto superficial metálico.

Papéis especiais

Poderão existir outros tipos de papel, com impregnação melamínica, na constituição do termolaminado com funções diferentes das dos papéis anteriores:

- Papel “barreira” – cuja função é aumentar a opacidade do papel decorativo e/ou evitar a passagem de resina fenólica, durante a prensagem, para o papel decorativo. Este último fenómeno teria como consequência o aparecimento de manchas amareladas nas placas com decorativos mais claros.

- “Overlay” – é um papel semelhante ao papel de arroz (muito poroso, baixa gramagem e baixa densidade), que após a impregnação fica com cerca de 60% de resina. Este papel tem como função o aumento da resistência superficial do termolaminado, sendo só usado para placas de utilização horizontal (classes HG e HD).

4.1.1.3 Prensagem

À entrada da prensa de alta pressão é executada a formação dos andares a entrar no elevador de carga. Nesta fase é feita a montagem, por camadas, dos papéis impregnados que irão dar origem, depois de prensados, às placas de estratificados, ou seja, aos laminados. Estas “pré-placas” são constituídas pela (s) folha (s) de papel melamínico e pelo nº de folhas de papel fenólico pré-definido, pela ordem de produção, para a espessura desejada como demonstrada na figura seguinte.

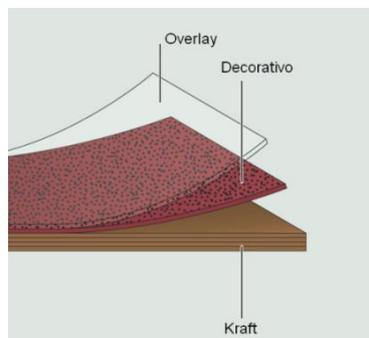


Figura 17 – Ilustração de uma “Pré-placa”

Estas “pré-placas” são montadas costas com costas tendo entre elas um papel encerado (separativo), que permite a posterior separação das duas placas, a duas pré-placas montadas costas com costas é-lhes chamada de uma “mão”.

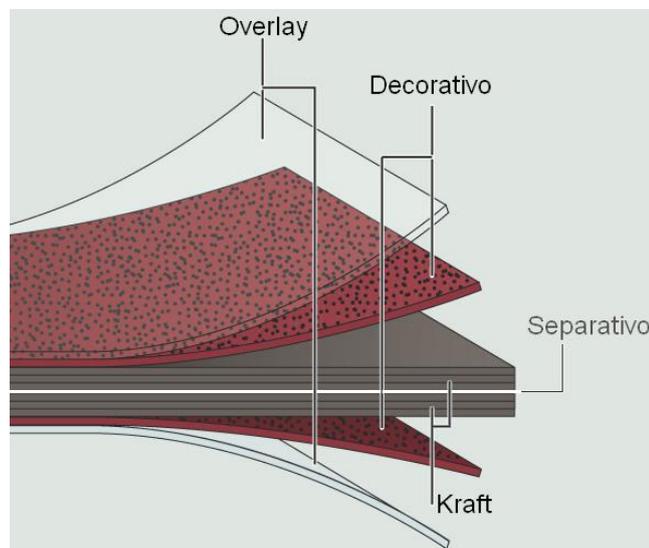


Figura 18 – Ilustração de uma “mão”

Após a formação de uma mão, esta é posta na chapa de transporte colocando na face decorativa das pré-placas as chapas de acabamento, também chamadas chapas de compressão, que lhes irão conferir o tipo de textura superficial desejada. A figura seguinte ilustra a montagem das “mãos” e das chapas de acabamento na formação de um andar.

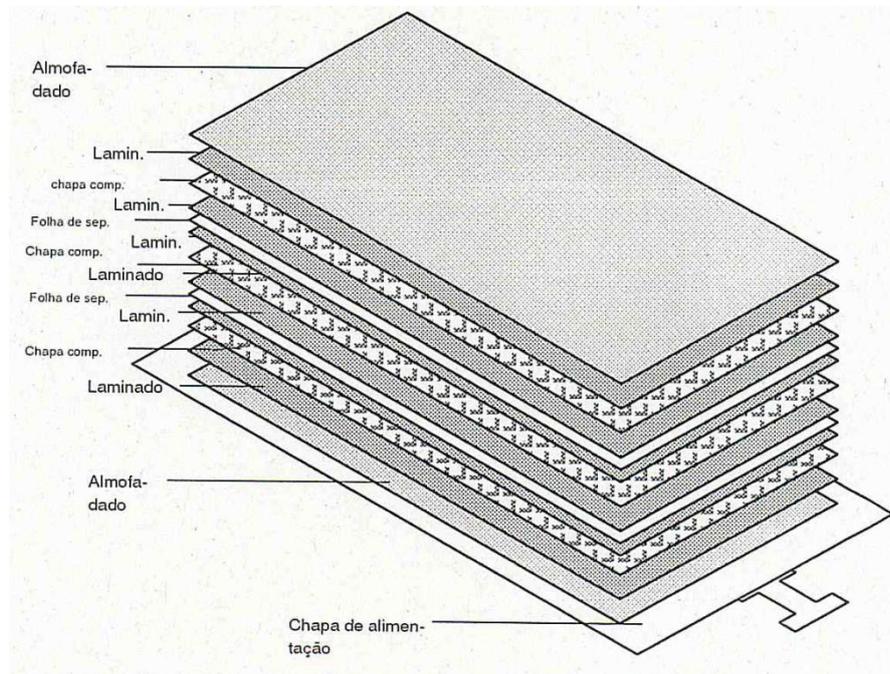


Figura 19 – Ilustração da formação de um andar

O nº de placas a montar por andar depende da espessura final da placa (nº de folhas de papel fenólico - kraft da pré-placa) e do tipo da placa a produzir.

Após a formação de cada andar este é inserido no elevador de carga. Quando o elevador estiver cheio, o conjunto é empurrado para o interior da prensa, é prensado, e submetido a um ciclo cuja duração e temperatura depende de diversos factores como: tipo de placa a produzir (tipo de resina), nº de placas de cada espessura presentes na prensa, etc.

Terminado o ciclo de prensagem os andares são retirados do interior da prensa para o elevador de descarga, um a um os andares seguem para as pontes e são descarregados, retirando as chapas de acabamento e os termolaminados.

Após terem sido retiradas as chapas de acabamento do termolaminado, estes são conduzidos a uma linha de acabamento onde são cortados com as dimensões comercializadas e lixados no lado contrário à face decorativa.

4.1.2 Arranque da prensa após fim-de-semana/férias/paragem prolongada

Quer se trate do arranque da prensa após fim-de-semana ou paragem prolongada, os procedimentos iniciais, de ligar os comandos e bombas, são iguais. Inicialmente é necessário

ligar a energia no quadro eléctrico principal, depois ligar as bombas de circulação e armar o sistema de transporte.

A seguir efectua-se um pré-aquecimento da prensa, que serve para evitar os choques térmicos e assegurar que a temperatura de cozimento do termolaminado é atingida no tempo programado. Caso contrário, os termolaminados poderiam não curar, principalmente os que ficam a meio dos andares de prensagem, visto que o calor não seria suficiente.

Estes procedimentos são comuns às situações de arranque após fim-de-semana ou paragem prolongada. A partir deste ponto os procedimentos a seguir diferem consoante se trate de arranque após fim-de-semana ou se trate de arranque após férias/paragem prolongada.

4.1.2.1 Continuação do arranque após férias

Caso se trate de um arranque após férias, a prensa encontra-se vazia, as chapas de acabamento no armazém de chapas e as chapas de transporte no tramo de rolos. Estando portanto o elevador de carga assim como o de descarga vazios, tal como as mesas de transporte.

É então necessário colocar as chapas de transporte na mesa de carga assim como as chapas de acabamento correspondentes às referências de termolaminados que se irão produzir. Enquanto se colocam as chapas de acabamento na mesa de carga à entrada do elevador, os operários formam os andares a pensar, cuja descrição já foi referida neste documento.

4.1.2.2 Continuação do arranque após fim-de-semana

No caso de se tratar de arranque após fim-de-semana, o elevador de descarga está parcialmente descarregado enquanto o elevador de carga parcialmente carregado com as chapas de transporte que foram descarregadas da prensa, e carregados com “pré-placas” e respectivas chapas de acabamento para serem produzidos, ou seja já estão formados e prontos para entrarem na prensa quando o elevador de carga estiver totalmente carregado. O processo de produção segue então os procedimentos de rotina, ou seja após os comandos estarem ligados e prensa pré-aquecida, os operários retomam o trabalho exactamente como este foi deixado no dia anterior à paragem.

4.1.3 Produção

Após todos os andares do elevador de carga estarem formados, cujo método já foi mencionado anteriormente, é necessário introduzir a carga na prensa. Esta operação é feita pelo braço de carga que empurra todas as chapas de transporte para o interior da prensa.

4.1.3.1 Prensagem

Antes de iniciar o processo de prensagem é necessário programar o ciclo. Mediante o material que irá ser produzido, é programada a pressão de serviço, o tempo de aquecimento e o tempo de arrefecimento, é também definido o *Set-Point* da temperatura, corresponde à programação da temperatura da água de entrada na prensa que faz o aquecimento.

No caso de se fazer uma prensagem em que a temperatura dos laminados é sondada, prepara-se a sonda e introduz-se no andar correspondente ao termolaminado a sondar. A sondagem serve para recolher informação acerca da temperatura do laminado durante a prensagem. Após estar definido o ciclo e a sonda instalada, se for o caso, inicia-se a prensagem.

Durante a prensagem o operário terá que fazer as devidas verificações que se encontram descritas no manual em anexo.

No final da prensagem a prensada é retirada para o elevador de descarga e este é descarregado, fechando assim um ciclo e iniciando outro.

4.1.3.2 Set up/Alteração do tipo de acabamento

Se a próxima prensada for de material da mesma referência da anterior, carregam-se as mesmas chapas de acabamento, a operação é denominada “*carregar as mesmas chapas de acabamento da prensada anterior*”. Na descarga os laminados são retirados para a mesa do tramo de rolos enquanto as chapas de acabamento são colocadas no andar que está a ser carregado na mesa de carga (posição 4), esta operação é efectuada pela ponte P.

Se em vez de chapas de acabamento, se estiver a operar com matrizes de acabamento o processo é idêntico, simplesmente será efectuada pela ponte D, esta operação é chamada “*mudança de matrizes de acabamento*”.

No caso da próxima prensada ser de uma série de acabamento diferente, ocorre uma “*mudança de chapas*”, as chapas de acabamento da prensada anterior, em vez de serem colocadas nos andares a carregar, são retiradas para o armazém de chapas. As chapas de acabamento da referência a produzir são retiradas do armazém de chapas e carregadas na mesa de carga no momento em que os operários estão a formar os andares. A ponte P carrega as chapas para a mesa de carga, enquanto a ponte D descarrega as chapas da prensada anterior para o “*lugar das chapas*”, sendo estas armazenadas no respectivo armazém.

Na operação de “*descarregar chapas e carregar matrizes de acabamento*” as chapas de acabamento são descarregadas pela ponte P, enquanto as matrizes devido ao seu baixo peso são carregadas manualmente pelos operadores.

Na “*mudança de matrizes por matrizes de acabamento*”, as matrizes da prensada anterior são descarregadas pela ponte D, enquanto as matrizes a carregar são colocadas nos andares pelos operários da carga.

4.1.4 Preparação para paragem

Esta operação, tal como o arranque após paragem dividem-se em 2 tipos:

- Paragem para fim-de-semana
- Paragem para férias ou prolongada.

4.1.4.1 Paragem para fim-de-semana

No caso de paragem para fim-de-semana o processo de produção é interrompido durante o descarregamento/carregamento dos elevadores quando a prensa termina o ciclo de prensagem. Durante o fim-de-semana os elevadores de carga e descarga ficam parcialmente carregados ou no interior da prensa uma carga pronta a ser retirada quando o processo retomar (2ª feira).

4.1.4.2 Paragem para férias

No caso de paragem para férias, após introduzir a última carga na prensa cessam-se as operações de carregamento. Descarregam-se os andares da prensa, neste caso as chapas de

acabamento retiradas na descarga seguem para o armazém de chapas ao invés de serem carregadas novamente. No final de cada andar as chapas de transporte são também retiradas da circulação, e colocadas no tramo de rolos para serem armazenadas durante o período em questão.

Quer se trate de uma paragem para férias ou para fim-de-semana, após efectuar os procedimentos acima descritos o modo de operar é idêntico aos dois casos, desligando-se os comandos dos equipamentos.

4.1.5 Imprevistos

Nesta secção foram descritas algumas soluções possíveis à ocorrência de imprevistos, tais como encravamentos, falhas de luz, alteração de parâmetros do ciclo. Os imprevistos mencionados no manual são os que ocorrem mais frequentemente e não requerem a intervenção da equipa de manutenção. Não esquecendo que se tratam de possíveis soluções e que a origem do problema pode ser muito complexa, sendo que na maioria dos casos, efectuando umas simples verificações resolvem-se os imprevistos.

4.2 Volume II: Acabamento de Laminados 1 – AL1

4.2.1 A introdução ao Manual da AL1

Tal como na AP1, é feita uma descrição do layout da AL1, identificação e função de cada uma das zonas e equipamentos.

Os laminados quando saem da AP1, são enviados em estrado através de tramos de rolos para a chamada zona de estacionamento de laminados, onde aguardam a entrada sequencial na AL1 através da zona de movimentação de paletes, estas duas zonas precedem a AL1 (ver figura seguinte).

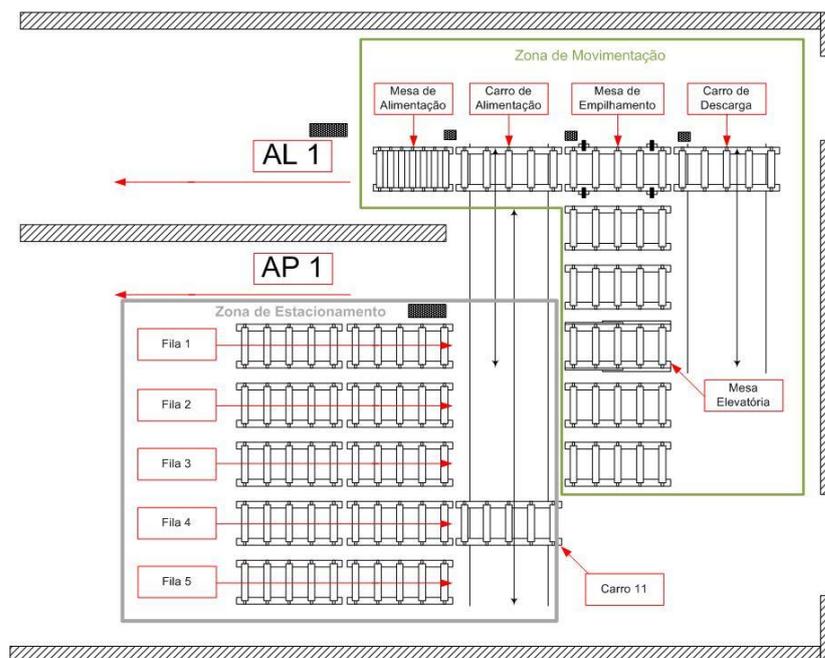


Figura 20 – Zonas de estacionamento de laminados e de movimentação de paletes

4.2.1.1 Zona de estacionamento de laminados

A zona de Estacionamento de Laminados é composta por filas de tramos de rolos com as seguintes funções:

- Fila 1 – transporte de paletes vazias para a AP1;
- Filas 2 a 5 – zona de espera, as paletes com laminados aguardam a sua vez de entrada na AL1;
- Carro 11 – a sua função é fazer a ligação entre as filas de descarga e a zona de carga da linha de acabamento, este carro move-se sobre carris entre a Fila 4 e o carro de alimentação. Os rolos permitem que os estrados se desloquem em ambos os sentidos.

4.2.1.2 Zona de movimentação de paletes

A zona de movimentação de paletes da AL1 é constituída pelos seguintes equipamentos:

- Carro de Alimentação – este carro tem dois andares:
 1. O superior, para colocar os estrados com laminados a introduzir na mesa de alimentação. A mesa de alimentação sobe até ao nível do andar superior para efectuar esta operação.
 2. O inferior, para retirar os estrados vazios da mesa de alimentação. A mesa de alimentação desce até ao nível do andar inferior para efectuar esta operação.

Desloca-se sobre carris entre a Mesa de Alimentação/Mesa de Empilhamento e o Tramo de Rolos/Mesa Elevatória;

- Mesa de Empilhamento – esta mesa contém 4 braços pneumáticos que têm movimento horizontal para agarrarem os estrados e movimento elevatório para os subir ou descer. Quando a mesa de empilhamento está vazia ou com estrados em cima permite que outros estrados vazios saídos da mesa de alimentação, passem pelo carro de alimentação, pela própria mesa de empilhamento e entrem no carro de descarga.

No caso de se querer empilhar os estrados é necessário parar o estrado na mesa, activar os braços pneumáticos e fazê-los subir, quando chegar outro estrado vazio à mesa de empilhamento é necessário pousar os estrados suspensos em cima do estrado recém-chegado, abrir os braços e pegar no estrado que ficou na base, fazendo assim uma pilha de estrados;

- Carro de Descarga – a sua função é receber os estrados vazios, da mesa de empilhamento, deslocar-se sobre carris até à mesa elevatória e enviar para esta o referido estrado;
- Mesa Elevatória – esta mesa tem movimento de elevação e tem como principais funções:

1. Quando trabalha com estrados vazios, trabalha na posição inferior para receber estes estrados oriundos do carro de descarga e enviá-los para o carro 11.
2. Quando trabalha com estrados contendo laminados, recebe-os na sua posição inferior através do carro 11. Assim que contém um estrado com laminados é subida para a sua posição superior para os depositar no andar superior do carro de alimentação e este os levar para a mesa de alimentação.

4.2.1.3 Apresentação da AL1

As operações da AL1 começam na mesa de alimentação, que faz a ligação entre o Estacionamento de Laminados e o Acabamento. Os seus equipamentos e respectivas funções são apresentados a seguir (ver figura seguinte):

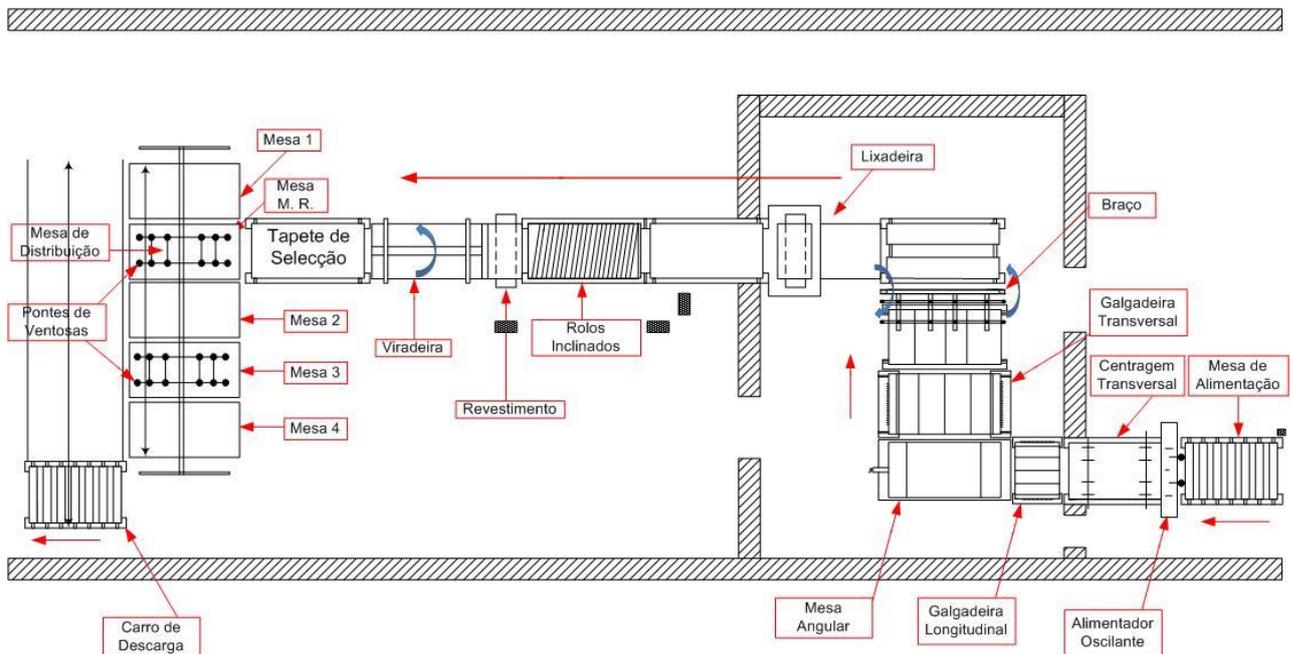


Figura 21 – Layout da AL1

- Mesa de Alimentação – onde é colocado o estrado com os laminados a acabar e de onde estes são retirados, e introduzidos um a um na linha de acabamento, através de um alimentador oscilante. Esta mesa é elevatória para se ajustar enquanto são retirados os laminados, e também para se ajustar à altura do carro de alimentação;
- Braço Oscilante – é constituído por ventosas que por diferenças de pressão pegam no laminado, esse braço oscila e é soprado ar comprimido para separar os laminados caso estejam colados. Para ter a certeza que só entra um laminado de cada vez e não entram laminados colados, antes de o laminado avançar para a etapa seguinte é pousado e um apalpador é descido e mede a espessura. Se a espessura for superior à programada, é admitido que mais do que um laminado está a ser introduzido, então a máquina pára;

- Centragem Transversal – a função desta mesa é centrar transversalmente o laminado para a seguir ser cortado na longitudinal;
- Galgadeira Longitudinal – corta o laminado na largura desejada, ou seja, corta-o na longitudinal;
- Transporte Angular – a função desta mesa é centrar o laminado longitudinalmente para a seguir ser cortado transversalmente, e mudar a direcção do deslocamento do laminado;
- Galgadeira Transversal – corta o laminado no comprimento desejado, ou seja, na transversal;
- Braço – é um braço oscilante, com uma rotação de 180°. Pega no laminado através de ventosas, da saída da galgadeira transversal para a entrada da lixadeira;
- Lixadeira – lixa os laminados na face oposta à face decorativa;
- Mesa de Rolos Inclinação – os rolos inclinados através da sua rotação e por serem inclinados encostam os laminados à guia lateral. Nesta mesa é feita uma inspecção visual da superfície decorativa, é nesta fase que o operário decide se é material de primeira ou é material recuperável. À entrada desta mesa existe uma impressora que imprime a face oposta à decorativa. Na impressão constam dados acerca da referência do laminado, data de fabrico, empresa, etc.
- Revestimento – alguns laminados Premium são revestidos com um filme protector que o cliente final retirará após a montagem. O material do filme depende do tipo de laminado a revestir, podendo ser de poliolefina no caso dos laminados Pós-deformáveis e de uso Geral (HGP), ou poliéster no caso de laminados Standard de uso Geral (HGS).
- Viradeira – este equipamento tem a função de virar os laminados para os deixar com a face oposta à decorativa voltada para cima. Pode ser programada para não virar nenhum laminado, ou seja os laminados passam directo, para virar os laminados alternadamente, ou para virar todos os laminados;
- Tapete de Selecção – após o operário identificar um laminado como Material Recuperável ou de 2ª Qualidade, actua um comando para que este tapete baixe na extremidade junto à mesa MR encaminhando o laminado para essa mesa;
- Mesa de Distribuição – a esta mesa chegam todos os laminados de 1ª Qualidade depois de passarem directo pelo tapete de selecção. Através de uma ponte de ventosas os laminados são colocados no estrado da mesa correspondente ao tipo de laminado, indo para a Mesa 1, 2, 3 ou 4;
- Mesa MR – é uma mesa que fica num nível inferior às restantes mesas, fica alinhada com a mesa de distribuição mas colocada abaixo desta. É nesta mesa que são depositados os laminados recuperáveis ou de 2ª qualidade;

- Mesa 1, 2, 3 ou 4 – mesas onde os laminados serão descarregados. O nº de laminados por mesa é pré-programado de forma a que quando esse número for atingido o estrado transite para o carro de descarga.
- Carro de Descarga – após uma das mesas anteriores estar cheia, o estrado com os laminados dessa mesa é depositado no carro de descarga e segue para o APA 1, Armazém de Produto Acabado 1.

4.2.2 Arranque da AL1

O arranque da AL1 é feito ligando a energia nos quadros eléctricos, quer dos equipamentos de acabamento, os equipamento desde a mesa da alimentação até à lixadeira, quer dos equipamentos da zona de classificação, mesa de rolos inclinados até às mesas de descarga. Depois é necessário rearmar os sistemas, activar o modo automático, ligar a impressora de laminados e a aspiração da lixadeira.

4.2.3 Produção/Acabamento de laminados

4.2.3.1 Introdução de laminados na linha de acabamento

Inicialmente é necessário colocar o estrado com laminados na mesa de alimentação. Então o estrado a introduzir na linha de acabamento é transportado da zona de estacionamento de laminados através da zona de movimentação de paletes e introduzido na mesa de alimentação.

O estrado vazio que deu a vez ao estrado com laminados a introduzir na linha pode ser empilhado numa mesa de empilhamento ou seguir pelo tramo de rolos até à AP1 para lhe voltarem a ser colocados laminados saídos da prensa.

4.2.3.2 Programação das medidas dos laminados e mesas de descarga

Após colocar os laminados na mesa de descarga programa-se a espessura dos laminados. Esta programação tem o objectivo de não permitir a entrada de mais do que um laminado em simultâneo.

Programa-se a centragem transversal introduzindo dados da largura dos laminados e o desvio de centragem transversal.

Seguidamente ajustam-se as galgadeiras à largura e comprimento a cortar, assim como o encosto longitudinal que faz a centragem transversal do laminado. A lixadeira também é ajustada para a espessura do laminado a acabar, esta operação é feita somente quando a máquina está a operar, ou seja, só se afina a lixadeira com precisão quando por ela passa um laminado. Depois de ajustar os equipamentos para as medidas é feita uma confirmação medindo o laminado, caso o laminado não esteja a ser cortado ou centrado nas medidas desejadas é feita uma pequena afinação final.

É escolhida qual a mesa de descarga que irá receber os laminados da referência em questão e é definido o número máximo de laminados a descarregar nessa mesa. Quando o número máximo for atingido a mesa de descarga desce e envia o estrado com laminados acabados para o APA 1. Posteriormente coloca-se um estrado vazio na mesa acabada de descarregar e introduzem-se as medidas do novo estrado no sistema.

4.2.3.3 Programação da Impressora de Laminados

Na face oposta à decorativa, após a lixagem é feita uma impressão no laminado onde constam dados acerca da ordem de fabrico, referência do produto, marca “Sonae” ou a marca do cliente caso seja pedido, o país de origem onde consta o texto “*Made in Portugal*”.

No manual está explicado como se procede para programar a impressora de laminados, para editar e/ou imprimir uma mensagem contida na memória interna, para criar ou apagar uma mensagem.

4.2.3.4 Programação da Viradeira

A viradeira é um equipamento cuja função é virar ou não os laminados. Nesta parte do manual estão descritos os procedimentos a executar para programar a viradeira para não virar nenhum laminado, para virar os laminados alternadamente e para virar todos os laminados. Os clientes é que definem a posição que preferem que os laminados lhes sejam entregues.

4.2.3.5 Processo de Acabamento

Após os parâmetros estarem programados inicia-se o processo de acabamento, na mesa de rolos inclinados é feita uma inspeção visual de cada laminado, quando um laminado é identificado como material de 2ª qualidade ou “Material Recuperável” o operário acciona um comando que envia o laminado para a mesa MR, para posteriormente ser classificado como material de 2ª qualidade ou como rejeitado. Caso os laminados em produção sejam para revestir é dada informação acerca da preparação da respectiva máquina assim como do material da película de filme protector que fará o revestimento. É também explicado como se finaliza a operação de revestimento e como se interrompe o processo.

4.2.4 Paragem da AL1

Na paragem da AL1 desactivam-se os comandos desligando as bombas de vácuo e a tensão de comandos. É também desligada a impressora de laminados, a aspiração e posteriormente desliga-se a energia nos quadros principais.

4.2.5 Imprevistos

Tal como no manual da AP1, na AL1 foi dedicado um capítulo para a resolução de imprevistos ou de situações extra o normal funcionamento da unidade. Devido à simplicidade dos equipamentos e do próprio processo na AL1 ocorrem pouquíssimos imprevistos, sendo que os que constam no manual são praticamente todos os casos possíveis no Acabamento de Laminados 1.

5 Trabalho complementar – Melhoria da informação visual na AP1 e AL1

Inicialmente os comandos de controlo da prensa, da ponte D e da ponte P tinham uma legenda desgastada devido à idade e ao uso, muitos dos comandos não tinham legenda, outros tinham mas era praticamente irreconhecível. Claro está que se no próprio local era difícil identificar a função de um determinado comando, então em foto no manual mais difícil seria de a identificar. Partiu-se então para uma melhoria da identificação visual de todos os painéis de comando da AP1, todos os comandos que estão ao serviço foram identificados com cores. Cada cor correspondente a um determinado grupo de comandos, de modo que uma cor identifica o tipo de função do comando, enquanto o texto mostra a informação detalhada de determinado comando. Por exemplo, no caso das pontes, foi determinado que os comandos correspondentes ao mecanismo de elevação seriam amarelos, então os botões correspondentes à subida das pontes foram identificados com etiquetas amarelas e têm como legenda o texto: “*Subida*”, os de descida como também estão no grupo da cor da função elevação são também amarelos e têm como texto “*Descida*”, como se vê na figura seguinte.



Figura 22 – Exemplo do grupo de botões de elevação da ponte P

A comunicação visual deve ser precisa e ao mesmo tempo completa, mas simples. Sempre que possível criar símbolos ou usar cores ao invés de usar texto longo. (Greif, 1991)

Com a criação da identificação das funções dos comandos por cores, facilmente se encontra uma determinada função pela sua cor.

A melhoria da identificação visual com cores e descrição da função de cada comando tornou-os facilmente identificáveis nas fotos do manual, assim como na máquina. Antes de os comandos serem identificados, os operadores com menos experiência não sabiam a função dos comandos menos utilizados, até mesmo operários mais experientes não estavam certos da função de alguns comandos. Havia painéis de comando que não estavam em Português, por exemplo, um dos painéis do sistema de limpeza das chapas de acabamento da ponte P estava em Alemão. Esse painel é pouco utilizado visto que quando a ponte funciona em modo automático não é usado, mas se for necessário trabalhar em modo manual tem que se utilizar. Como a legenda estava em Alemão cada vez que era

necessário operar com essas funções tinha que se identificar as funções por tentativa erro, o que fazia perder muito tempo.

Na figura seguinte mostra-se um painel de comandos que originalmente estava em Alemão. Como é facilmente perceptível, após a melhoria da informação visual qualquer pessoa identifica as funções dos botões que estão ao serviço.



Figura 23 – Exemplo de um painel cuja informação foi melhorada

Agora com os comandos identificados, mesmo quem não está familiarizado com o processo facilmente reconhece a função de cada comando. Desta forma minimizam-se as perdas de tempo a identificar qual comando executa a ordem desejada, cria-se confiança aos operários, visto que mesmo operários de outras secções facilmente reconhecem os comandos e se adaptam à unidade.

Nas Figuras 24 a 28 estão demonstradas algumas imagens de antes e depois da melhoria da informação visual.



Figura 24 – Comandos da prensa 1 antes e depois



Figura 25 – Comandos do transporte de retorno antes e depois



Figura 26 – Comandos da Ponte P (carga) antes e depois



Figura 27 – Comandos da Ponte D antes e depois



Figura 28 – Comandos da Ponte P (descarga) antes e depois

6 Conclusões

Este projecto concluiu o seu principal objectivo: a realização do Manual de Operação dos diversos equipamentos necessários à produção de Termolaminados de Alta Pressão.

A realização de manuais requer uma forte capacidade de entendimento dos métodos produtivos e do funcionamento dos equipamentos, exige capacidade de contacto interpessoal, é muito importante ser-se questionador e minucioso para que nenhum procedimento escape. Ter raciocínio lógico para encadear a sequência de procedimentos quando se está a descrever as operações, podendo beneficiar de metodologias de análise e de estruturação como *Mind Maps*.

Antes de existir o manual, só quem trabalhava diariamente com os equipamentos é que estava habilitado a realizar as operações de produção de termolaminados. Agora todos os colaboradores da empresa, seguindo os procedimentos documentados no manual, com grande facilidade realizam as operações em questão.

Concluindo, o manual permitiu um registo do *know-how* e das melhores práticas actuais existentes na empresa e adquiridas ao longo das décadas, pelo que deve ser actualizado assim que alguma operação seja alterada, ficando o conhecimento registado. Ficando a fórmula do sucesso e a experiência da empresa ficará assim registada, organizada e acessível a toda a organização.

7 Referências

Liker, J. K. (2004), “The Toyota Way – 14 Management Principles from the World’s Greatest Manufacturer”, McGraw-Hill, New York.

(1998), “Harvard Business Review on Knowledge Management”, Harvard Business School Press, Boston.

Pinto, J. P. (2009), “Pensamento Lean – A Filosofia das Organizações Vencedoras”, Lidel, Lisboa.

Nast, J (2006), “Idea Mapping – How to Access Hidden Brain Power, Learn faster, Remember More, and Achieve Success in Business”, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken – New Jersey.

Lumsdaine, E. et al. (1995), “Creative Problem Solving: Thinking Skills for a Changing World”, McGraw-Hill, New York.

Greif, M. (1991), “The Visual Factory”, Productivity Press, Portland – Oregon.