



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Marta Sofia Martins de Lima

Análise e implantação de melhorias no processo
produtivo e controlo de qualidade no fabrico de
fachada modular.

outubro de 2023



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Marta Sofia Martins de Lima

Análise e implantação de melhorias no processo
produtivo e controlo de qualidade no fabrico de
fachada modular.

Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Paulo Alexandre Costa Araújo Sampaio

outubro de 2023

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Gostaria de começar por agradecer ao meu orientador, Professor Doutor Paulo Sampaio pela orientação, disponibilidade e partilha de conhecimento.

Ao Engenheiro Flávio Cardoso pela oportunidade de desenvolver o estágio curricular na empresa *Bysteel/ fs*.

Aos meus colegas de trabalho na *Bysteel/ fs*, em especial à Ana Pereira e Inês Silva, por toda a ajuda, receção, confiança e amabilidade.

A todos os colaboradores da *Bysteel/ fs*, pelo modo como me receberam e prestaram a sua ajuda para alcançar os objetivos que me foram propostos.

Aos meus pais, irmã e restante família, por toda a paciência, inspiração e suporte.

Aos meus amigos e a todas as pessoas que estiveram presentes ao longo do meu percurso académico, que contribuíram para o meu crescimento a vários níveis.

Muito obrigada!

“Agradeço todas as oportunidades que surgiram no meu caminho e à minha família que tão bem me soube orientar”

José Miguel Lima, o meu avô

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Análise e implantação de melhorias no processo produtivo e controlo de qualidade no fabrico de fachada modular

RESUMO

A presente dissertação de mestrado foi realizada no âmbito do mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade do Minho, numa empresa multinacional dedicada à conceção e montagem de fachadas de edifícios, no departamento de produção industrial da *Bysteel fs*.

Este projeto surgiu com o arranque da obra de fachada modular, *Worship Square*. O principal objetivo consistiu na análise e implementação de melhorias nos processos do sistema produtivo e realização do controlo de qualidade do *Worship Square*. Inicialmente, realizou-se um estudo acerca das fachadas modulares, para uma melhor perceção acerca da dinâmica da empresa, e aprofundar o conhecimento relativo a este tipo de construção.

Em seguida, procedeu-se ao estudo e análise da situação atual da empresa. A metodologia adotada neste projeto foi a metodologia *PDCA*, para além de um grande envolvimento dos intervenientes no processo conjugando com a observação direta, para entender com clareza a situação atual pela ótica do chão de fábrica. Consequentemente, foi possível reconhecer lacunas e identificar áreas que careciam de melhorias, tendo em conta o processo produtivo, nomeadamente a presença de não conformidades durante a montagem dos módulos, falta de desenvolvimento da plataforma de controlo da qualidade e a desorganização do espaço na logística de expedição.

Posteriormente, foram apresentadas quatro propostas de melhoria, das quais duas foram implementadas. A primeira consistiu na elaboração de uma *checklist* detalhada para a verificação dos módulos, visando a prevenção de não conformidades durante o processo produtivo. A segunda envolveu aprimoramentos na plataforma de CQ. Ambas evidenciaram resultados positivos. A *checklist* representou uma poupança de 2 minutos por módulo verificado, enquanto as melhorias na plataforma de CQ incrementaram a satisfação dos trabalhadores e melhoraram a usabilidade do sistema de controlo de qualidade.

Foram ainda deixadas algumas sugestões para trabalho futuro.

PALAVRAS-CHAVE

Controlo de qualidade, Fachada modular, Não conformidades, *PDCA*

Analysis and implementation of improvements in the production process and quality control in the manufacture of modular façade

ABSTRACT

This master's thesis was carried out as part of the master's in industrial engineering and management at the University of Minho, in a multinational company dedicated to the design and assembly of building façades, in the industrial production department of *Bysteel fs*.

This project came about with the start-up of the modular façade project, *Worship Square*. The main objective was to analyse and implement improvements to the production system processes and carry out quality control on *Worship Square*. Initially, a study of modular façades was carried out, in order to gain a better understanding of the company's dynamics and deepen our knowledge of this type of construction.

After that, the company's current situation was studied and analysed. The methodology adopted in this project was the PDCA methodology, in addition to the extensive involvement of those involved in the process, combined with direct observation, to gain a clear understanding of the current situation from the perspective of the shop floor. As a result, it was possible to recognise gaps and identify areas that needed to be addressed, taking into account the production process, namely the presence of non-conformities during the assembly of modules, the lack of development in the quality control platform and the disorganisation of space in shipping logistics.

Subsequently, four proposals for improvement were put forward, two of which were implemented. The first consisted of drawing up a detailed checklist for checking the modules in order to prevent non-conformities during the production process. The second involved improvements to the quality control platform. Both showed positive results. The checklist saved 2 minutes per module checked, while the improvements to the QC platform increased worker satisfaction and improved the usability of the quality control system.

Some suggestions for future work were also made.

KEYWORDS

Quality control, Modular façade, Non-conformities, PDCA

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Índice de figuras.....	x
Índice de Tabelas	xii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xiii
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia de investigação	3
1.4 Estrutura da Dissertação	4
2. Estado da Arte	5
2.1 Qualidade	5
2.1.1 Conceito.....	5
2.1.2 Qualidade do Produto	11
2.1.3 Sistema de Gestão da Qualidade segundo a norma ISO 9001:2015	12
2.1.4 Ferramentas da Qualidade.....	14
2.2 Metodologia <i>PDCA</i>	17
2.3 Autocontrolo.....	18
2.4 Construção Modular	18
2.4.1 Principais Tipologias de Fachadas Modulares.....	20
2.4.2 Vantagens da Pré-fabricação.....	20
2.4.3 Principais Problemas da Construção Tradicional	21
3. Apresentação da empresa.....	22
3.1 Grupo <i>dst</i>	22

3.2	<i>Bysteel fs</i>	22
3.2.1	Certificação	23
3.2.2	Organograma	23
3.2.3	Plano Estratégico	24
3.2.4	Missão, Visão e Valores	24
3.2.5	Política de Gestão	25
3.2.6	Objetivos	26
3.2.7	Projetos desenvolvidos	27
4.	PLAN – Caracterização da situação atual	30
4.1	Descrição do processo produtivo	30
4.1.1	Centro de Logística de Receção	31
4.1.2	Centro de Operações Principais	32
4.1.3	Centro de Operações Secundárias	35
4.1.4	Centro de Caixilharia e Fachada	38
4.1.5	Centro de Preparação para Expedição	38
4.1.6	Centro de Logística de Expedição	39
4.2	Abordagem por processos	39
4.3	Fluxo de Informação	40
4.3.1	Preparação da produção	40
4.3.2	Fabrico	40
4.3.3	Expedição	40
4.4	Planos de Medição e Monitorização	41
4.5	Problemas encontrados	41
5.	DO	42
5.1	Descrição do processo de controlo da qualidade	42
5.1.1	Não conformidades	43

6. CHECK.....	52
6.1 Controlo de qualidade <i>Worship Square</i>	52
6.2 Propostas de ações de melhoria	60
7. ACT	63
7.1 Resultados e Discussões	63
8. Conclusões.....	67
8.1 Recomendações para trabalho futuro	68
Referências Bibliográficas	69
Apêndice 1 – Fluxograma do funcionamento do centro de logística de receção	73
Apêndice 2 – Fluxograma do funcionamento do centro de operações principais	74
Apêndice 3 – Fluxograma de informação do processo de preparação da produção	75
Apêndice 4 – Fluxograma de informação do processo de fabrico	76
Apêndice 5 – Fluxograma de informação da expedição	77
Apêndice 6 – Excel de registo das não conformidades dos vidros	78
Apêndice 7 – <i>Checklist</i> de verificação dos módulos	79
Anexo 1 – Organograma	82
Anexo 2 – Layout chão de fábrica	83
Anexo 3 – Fluxograma de produção para a caixilharia	84
Anexo 4 – Fluxograma de produção para a fachada	85
Anexo 5 – Plano de Medição e Monitorização.....	86
Anexo 6 – COQ.....	90
Anexo 7 – Não Conformidade	92
Anexo 8 – Excel Mod.113 de registo de fachadas.....	93
Anexo 9 – Excel Mod.004 de registo de caixilhos	94
Anexo 10 – Excel Mod.114 de registo de chapas	95
Anexo 11 – <i>Check List</i> Vidros	96
Anexo 12 – Instrução de trabalho da Terracotta	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Trilogia da qualidade de Juran.....	9
Figura 2 - Qualidade do produto.....	11
Figura 3 - Simbologia fluxograma	15
Figura 4 - Ciclo <i>PDCA</i>	17
Figura 5 – Fachada modular em Betão e Madeira, respetivamente.....	20
Figura 6 - Fachada Modular em Aço, Alumínio e Combinação, respetivamente	20
Figura 7 - Edifício <i>Bysteel fs</i>	22
Figura 8 - <i>Grand Central Saint-Lazare</i>	27
Figura 9 - <i>ParisLongchamp</i>	27
Figura 10 - <i>The Maybourne Riviera</i>	28
Figura 11 - <i>Urbo Business Center</i>	28
Figura 12 - <i>The Berkeley</i>	29
Figura 13 - <i>King's Cross Quarter</i>	29
Figura 14 - Fluxo de produção	30
Figura 15 - Perfis armazenados, de acordo com a sua tipologia e obra	31
Figura 16 - Layout logística de receção	32
Figura 17 – <i>Combi</i>	33
Figura 18 - <i>Comet T6</i>	33
Figura 19 - <i>Satellite XT</i>	34
Figura 20 - <i>Quadra L2</i>	34
Figura 21 - <i>Compact</i>	35
Figura 22 - <i>Viradeira</i>	35
Figura 23 - Equipamento de inserção de vedante e Fresadora de Cópia, respetivamente	36
Figura 24 - Fresadora e Prensa, respetivamente.....	36
Figura 25 - Máquina de Cravação e Furadora, respetivamente.....	37
Figura 26 - Layout centro de operações secundárias	37
Figura 27 - Centro de caixilharia e fachada.....	38
Figura 28 - Rede de processos <i>Bysteel fs</i>	39
Figura 29 - Excel de não conformidades.....	45
Figura 30 - Homepage - Plataforma NCR.....	46

Figura 31 - Excerto da plataforma NCR – abertura nova NC	46
Figura 32 - Excerto da plataforma NCR – Tipo de NC	47
Figura 33 - Excerto da plataforma NCR – categoria da NC	47
Figura 34 - Excerto da plataforma NCR – área.....	48
Figura 35 - Excerto da plataforma NCR – obra da NC	48
Figura 36 - Excerto da plataforma NCR – descrição da NC	49
Figura 37 - Excerto da plataforma NCR – Estado atual da NC	49
Figura 38 - Excerto da plataforma NCR – resolução da NC	50
Figura 39 - Excerto da plataforma NCR – custos da NC	50
Figura 40 - Excerto da plataforma NCR –causas da NC	51
Figura 41 - <i>Worship Square</i>	52
Figura 42 – Tabela do relatório com a situação atual de produção	53
Figura 43 - Aplicação de <i>Siderise</i>	54
Figura 44 - Vidros em cavaletes para inspeção	54
Figura 45 - Não conformidade vidro - resíduos pontuais na zona E	55
Figura 46 - Gráfico de barras com o número de ocorrência de defeitos da T1A	56
Figura 47 - Gráfico de barras com o número de ocorrência de defeitos da T1B	57
Figura 48 - Diagrama de causa e efeito para o tipo de NC riscos	57
Figura 49 - Gráfico de barras com o número de ocorrência de cada tipo de defeito nas telhas	59
Figura 50 - Pontos pretos nas telhas e curvatura central+4.5mm, respetivamente	59
Figura 51 - Preparação boxes para expedição	60
Figura 52 - Módulos a verificar	61
Figura 53 - Excerto da plataforma CQ - lista de trabalhadores.....	61
Figura 54 - Etiqueta de identificação individual	63
Figura 55 - Registo verificação <i>Siderise</i>	64
Figura 56 - Excerto da plataforma CQ - Cargo "Operator"	65
Figura 57 - Excerto da plataforma CQ - Verificação	65
Figura 58 - Excerto da plataforma CQ - Anexar imagens	66

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - NC Perfil	Tabela 2 - NC Chapa.....	43
Tabela 3 - NC Montagem.....		43
Tabela 4 - Causas Perfil (corte e maquinação).....		44
Tabela 5 - Causas Chapa (corte e quinagem)		44
Tabela 6 - Causas Montagem.....		45
Tabela 7 - Número de ocorrências de cada tipo de defeito nos vidros T1A		55
Tabela 8 - Número de ocorrências de cada tipo de defeito nos vidros T1B		56
Tabela 9 - Número de ocorrências de cada tipo de defeito nas telhas		58

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

APQ - Associação Portuguesa para a Qualidade

ASQC - *American Society for Quality Control*

BIM - *Building Information Modelling*

BSC - *Balanced Scorecard*

CCF - Centro de Caixilharia e Fachada

CCS - *Construction Computer Software*

CNC - *Computer Numeric Control*

COP - Centro de Operações Principais

COQ – Controlo Operacional Qualidade

CQ – Controlo de Qualidade

NC – Não Conformidade

NCR – *Non-Conformities Registration*

PDCA - *Plan, Do, Check, Act*

PMM - Plano de Medição e Monitorização

SG - Sistema de Gestão

SGQ - Sistema de Gestão da Qualidade

SST- Saúde e Segurança do Trabalho

1. INTRODUÇÃO

A presente dissertação foi desenvolvida no âmbito do curso do mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade do Minho. O projeto de dissertação foi desenvolvido na empresa *Bysteel fs*, tendo como tema a análise e implantação de melhorias no processo produtivo e controlo de qualidade no fabrico de fachada modular.

Neste capítulo, é feito um enquadramento do tema em estudo, assim como a apresentação dos objetivos e uma breve explicação da metodologia de investigação utilizada ao longo do projeto. Por último, é descrita a estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento

A presente dissertação decorreu na cidade de Braga, Portugal, na empresa *Bysteel fs*, do *dst group*, especializada na conceção, produção e montagem de soluções integradas de estruturas metálicas e sistemas de fachadas.

Na indústria da construção civil, fatores como a sustentabilidade, otimização operacional e tempo de produção são cruciais (Reis, 2020).

Atualmente, a construção modular é ainda um mercado incipiente em Portugal, mas com potencial desenvolvimento, face às orientações do mercado global. Existe uma tendência para a industrialização e a coordenação modular ser utilizada na procura da racionalização e da redução do desperdício, sendo este um dos fatores de sustentabilidade (Ferreira, 2020; Sacht, 2013).

Em geral, várias investigações concluíram que as técnicas de construção modular podem ser uma solução económica e ecologicamente sustentável para a habitação de baixo custo.

A pré-fabricação, segundo alguns, tem o potencial de fazer a diferença na indústria da construção em termos económicos, sociais e ambientais. Esta permite a implementação de processos eficazes e racionais, bem como a aplicação de um sistema de controlo de qualidade mais rigoroso. Como resultado, níveis mais elevados de precisão e supervisão vigilante da fábrica resultarão na produção de produtos finais de melhor qualidade (J. A. Costa, 2013).

Do ponto de vista da engenharia, a fachada tem um impacto significativo na eficiência energética. Outras vantagens incidem na diminuição de riscos de acidentes de trabalho, redução de custos e tempo de

execução e maior flexibilidade, uma vez que existe total liberdade e criatividade na concepção e modificação deste tipo de construção (Alves, 2021; Kalthoum, 2019).

Nas últimas décadas, as tecnologias de fachada registaram avanços significativos não só na qualidade dos materiais/componentes, mas também em todo o conceito de concepção do sistema de fachada, combinando aspetos especializados para conciliar as circunstâncias exteriores com os requisitos dos ocupantes. É desenvolvida produção sustentável do ponto de vista ambiental, recursos materiais e equipamentos e materiais de engenharia de ponta, permitindo a modernização dos sistemas modulares e a sua utilização na construção em grande escala (Generalova et al., 2016).

Num ambiente cada vez mais dinâmico e complexo, satisfazer continuamente os requisitos e ter em consideração as necessidades e expectativas futuras constitui um desafio para as organizações (CT 80 (APQ), 2015).

A qualidade está a tornar-se cada vez mais importante como um fator de distinção para as empresas. Neste sentido, é fulcral que as organizações respondam, num curto período, às necessidades/requisitos, para alcançar a satisfação do cliente, pois só assim poderão garantir a sua permanência num mercado que se tem revelado cada vez mais competitivo e exigente. Nesta medida, os colaboradores tornam-se assim agentes ativos na melhoria contínua, já que são capacitados para melhorar a forma como o trabalho é realizado (Tari & Sabater, 2006).

É muito importante que as ferramentas, metodologias e técnicas sejam devidamente selecionadas de acordo com as necessidades e exigências da equipa, e sejam aplicadas corretamente ao processo e abordagem adequados na organização (Sokovic et al., 2010).

Para Hagemeyer et al., (2006) a complexidade dos problemas exige a utilização de ferramentas da qualidade para auxiliar a organização. É através destas que as empresas podem verificar e controlar se os seus processos e atividades estão de acordo com o esperado.

1.2 Objetivos

A questão de investigação deste projeto, para a qual se pretende obter resposta é:

Como podem ser escolhidas e aplicadas as ferramentas e técnicas da qualidade, a fim de otimizar o processo produtivo?

Este trabalho tem como objetivo, analisar e implantar melhorias nos processos do sistema produtivo e realizar o controlo de qualidade do *Worship Square*, com o auxílio da metodologia *PDCA* (do inglês “*Plan*,

Do, Check, Act') e também através da participação dos intervenientes no processo, de forma a recolher o seu contributo para a melhoria da qualidade, tendo em vista a redução de custos, prazos de execução (produção e montagem), riscos associados e melhoria da qualidade do produto final.

Para cumprir este objetivo, no âmbito do aumento da sua eficácia e eficiência, foi necessário:

- Descrever e analisar detalhadamente o sistema produtivo atual da empresa;
- Realizar o processo de controlo de qualidade;
- Envolver os intervenientes no processo para recolher *insights* valiosos para melhorar a qualidade;
- Desenvolver melhorias na plataforma de controlo de qualidade;
- Elaborar uma *checklist* com as etapas a verificar em cada módulo;
- Conceber uma proposta de melhoria para a organização do espaço de logística de expedição;
- Sugerir a criação de uma caixa anónima de sugestões.

A melhoria nos seus processos de produção, resulta em aperfeiçoamentos organizacionais, operacionais e financeiros (Resende, 2020).

1.3 Metodologia de investigação

Para atingir os objetivos planificados, foi necessário o uso da metodologia *PDCA* e a participação dos intervenientes no processo. Foi utilizada uma abordagem qualitativa e quantitativa, que permitiu uma compreensão aprofundada dos processos produtivos e de controlo de qualidade da empresa.

A abordagem qualitativa implicou a análise de dados como, entrevistas aos trabalhadores e observações diretas no chão de fábrica para avaliar o fluxo de trabalho, identificar problemas e áreas a melhorar. Já o método quantitativo implicou a recolha e avaliação de dados numéricos, tais como medidas de eficácia, eficiência e tempos de produção.

Foram elaborados planos de ação com base nas áreas de melhoria identificadas, após a análise de dados. Neste sentido, a *Innovation Point* foi uma colaboração necessária com a finalidade de introduzir as melhorias necessárias na plataforma de CQ.

1.4 Estrutura da Dissertação

O presente documento inclui oito capítulos: Introdução; Estado da arte; Apresentação da empresa; *Plan* – caracterização da situação atual; *Do* – descrição do processo de controlo da qualidade; *Check*; *Act* – resultados e discussões; Conclusões.

Na introdução, é feita uma abordagem geral dos temas que irão ser descortinados ao longo da dissertação, onde se insere também a questão de investigação e a metodologia utilizada, assim como o enquadramento, objetivos e estrutura deste projeto.

O segundo capítulo assenta numa base teórica, onde se abordam os temas que irão, de alguma forma, fazer parte deste projeto, com conceitos, história, princípios, ferramentas e metodologias.

De seguida, é apresentada a empresa aonde foi realizado o projeto, a sua história, certificações, organograma, o plano estratégico, missão, visão e valores, a política de gestão, objetivos e mostram-se alguns dos projetos desenvolvidos.

No quarto capítulo, é iniciada a fase *plan* do ciclo *PDCA*, onde se realiza a caracterização da situação atual. Primeiro, é descrito o trabalho e funcionamento dos vários centros, desde o centro de logística de receção até ao centro de logística de expedição, assim como o fluxo da informação. Posteriormente, apresentam-se os problemas diagnosticados.

Na segunda fase do ciclo *PDCA*, na fase *do*, é explicado o controlo de qualidade, abordando as não conformidades.

De seguida, é apresentada a terceira fase do ciclo *PDCA*, o *check*, onde se aborda o controlo de qualidade realizado no *Worship Square*, assim como as propostas de melhoria que se consideraram importantes para colmatar os problemas detetados.

No sétimo capítulo, considera-se a última fase do ciclo *PDCA*, a fase *act*, na qual se discutem os resultados obtidos com a implementação das propostas de melhoria, analisando-se também o seu impacto.

No último capítulo, mostram-se as conclusões, que incluem algumas recomendações para trabalhos futuros.

2. ESTADO DA ARTE

Neste capítulo, realiza-se uma apresentação da revisão de literatura, que serve de base para o desenvolvimento dos vários tópicos abordados.

2.1 Qualidade

2.1.1 Conceito

A qualidade é um conceito subjetivo que está intimamente ligado à forma como cada indivíduo encara o ambiente. Muitos elementos influenciam a definição de qualidade, como a cultura, o tipo de produto ou serviço fornecido, as necessidades e as expectativas dos consumidores (Costa, 2013).

A qualidade é fundamental para o sucesso de uma organização, pois permite-lhe destacar-se da concorrência e atrair a atenção dos clientes, uma vez que todas as organizações têm acesso à mesma tecnologia e conhecimento (De Sande & Lemos Costa, n.d.).

Segundo a **Associação Portuguesa para a Qualidade (APQ)**, a “qualidade inicia-se pela identificação das necessidades dos clientes”, “o que podemos chamar de expressão funcional da necessidade (o que o produto/serviço deve fazer)” (Manual de Boas Práticas: Ferramentas de Apoio à Inovação Empresarial, 2018).

A **American Society for Quality Control (ASQC)** aponta este conceito como “as características de um produto ou serviço que influenciam a sua capacidade de satisfazer necessidades expressas ou implícitas”(ASQ, 2023).

Deming foi um dos principais antagonistas da revolução da qualidade. Para ele, “qualidade é tudo o que o cliente necessita e quer”, “as necessidades e expectativas dos consumidores são o ponto de partida para a melhoria da qualidade”. Em 1950, recomendou que se examinassem e avaliassem os processos empresariais, a fim de identificar as causas de variação que levam os produtos a não corresponderem às necessidades dos clientes. Consequentemente, recomendou que os processos empresariais fossem colocados num ciclo de feedback contínuo para que os gestores pudessem descobrir e melhorar as falhas dos processos. **Deming** desenvolveu assim o ciclo *PDCA (Plan, Do, Check, Act)* (Arveson Paul, n.d.; S. P. Â. Da Costa, 2013).

Este acreditava que a qualidade de um produto ou serviço só podia ser determinada pelo cliente, tornando-a um conceito relativo cuja definição mudava à medida que as necessidades do cliente evoluíam (Vilar, 2013).

Os **14 Princípios da Qualidade de Deming**, dirigidos principalmente aos gestores, são os seguintes (De Sande & Lemos Costa, n.d.; Deming, 2018; Gomes, 2004):

1º Princípio: Efetuar alterações aos produtos e serviços para se manter competitivo, continuar em atividade e criar emprego.

2º Princípio: Adotar uma nova mentalidade em que os erros e a negatividade não sejam tolerados, mas vistos como possibilidades de progresso. Os líderes ocidentais devem enfrentar o desafio, aceitar os seus deveres e liderar a transformação.

3º Princípio: Para evitar depender da inseminação em massa para obter qualidade, criar produtos e processos com qualidade inerente.

4º Princípio: Reduzir o custo global. Criar ligações fiáveis e de longo prazo com um único fornecedor para cada artigo.

5º Princípio: Melhorar constantemente os sistemas de produção e de serviços, reduzindo os custos e aumentando a qualidade.

A qualidade deve ser incorporada no processo e cada componente da organização deve ser considerada como distinta. É também necessária uma melhoria contínua dos procedimentos, bem como uma maior compreensão do consumidor.

6º Princípio: Instituir uma formação no local de trabalho.

As necessidades dos clientes devem ser constantemente comunicadas na formação.

7º Princípio: Adotar e estabelecer a liderança.

Os líderes da organização devem ter uma visão clara e ideias únicas. Devem também tomar a iniciativa e reconhecer que a excelência organizacional se baseia na inovação, em funcionários motivados e na atenção aos seus clientes.

8º Princípio: Acabar com o medo e fomentar a confiança.

Deming acredita que, para que os parceiros da instituição funcionem eficazmente, é necessário eliminar o medo e criar um ambiente que apoie a comunicação livre.

9º Princípio: Eliminar as barreiras entre os departamentos.

Todas as partes da organização devem colaborar para prever os problemas de produção e de utilização que possam surgir durante a utilização do produto ou do serviço. Por outro lado, devem ser criados métodos para aumentar a cooperação coletiva e individual.

10º Princípio: Eliminar os *slogans*, exortações e metas.

Estas exortações só têm efeitos negativos, pois a grande maioria dos elementos que contribuem para a baixa qualidade e produtividade do sistema estão fora da alçada dos operários.

11º Princípio: Eliminar as quotas de trabalho; a liderança efetiva tomará o seu lugar.

As quotas e outros objetivos quantitativos, na opinião de **Deming**, são mais prejudiciais para a qualidade do que qualquer outra situação de trabalho. Os objetivos de qualidade e monetários não coincidem.

12º Princípio: Fomentar o orgulho pelo trabalho.

13º Princípio: Automelhoria.

Deve ser implementado um programa de educação robusto para ajudar a compreender e sentir a necessidade de progredir como pessoas e funcionários, bem como para gerar mais e um melhor trabalho. “Não é suficiente ter pessoas competentes na organização. Elas devem adquirir continuamente novos conhecimentos e novas capacidades para lidar com novos materiais e novos métodos. A educação é um investimento nas pessoas, necessário para o planeamento a longo prazo”.

14º Princípio: A transformação é da responsabilidade de todos.

O envolvimento de todos é essencial para o planeamento e a prestação de um serviço bem-sucedido. As melhorias não são simplesmente definidas no topo da instituição.

Deming (1986) define a qualidade como a conformidade de um produto com os seus critérios técnicos. A qualidade deve ser determinada pelos requisitos atuais e futuros do cliente (Romano, 2015).

Este acredita que a gestão, e não a tecnologia ou as pessoas que trabalham para ela, é responsável por 85% dos problemas de qualidade (De Sande & Lemos Costa, n.d.).

Crosby (1979) criou o conceito de "*Quality is Free*", aderindo às normas e fazendo as coisas na perfeição à primeira. Também sublinhou a importância do envolvimento da direção de topo e o custo da medição da qualidade (Fonseca, 2015).

Crosby (1979) define a qualidade como a conformidade com os requisitos. Promove a ideia de que a qualidade é sempre compensatória e gratuita para a empresa, devendo produzir bem à primeira. Acredita no "zero defeitos" ou na "produção sem defeitos", e também que produtos de baixo custo podem ser de grande qualidade (Bowen & Dean, 1994; Roldão & Ribeiro, 2007; Romano, 2015).

Para **Téboul** (1991), “a qualidade é a capacidade de satisfazer as necessidades das pessoas, tanto na hora de compra, como durante a sua utilização, ao melhor custo possível, minimizando as perdas, e melhor do que os concorrentes”.

Segundo **Shigeru Mizuno** (1988), “a qualidade de um produto compreende todas as suas características, não apenas as suas qualidades técnicas. Um produto não precisa necessariamente de ter a melhor qualidade possível. O único requisito é que o produto satisfaça as exigências do cliente para o seu uso”.

Deste modo, o principal objetivo da qualidade é assegurar a satisfação e o bem-estar do cliente excedendo as suas expectativas, prestando gradualmente serviços mais complexos, com o objetivo de fidelizar os clientes (Teixeira & Saraiva, 2009).

Feigenbaum afirma que o único objetivo da organização é a qualidade definida pelo cliente; trabalho de grupo; empenho da direção e o *empowerment* que implica o aumento da capacidade de decisão dos trabalhadores e a redução dos níveis hierárquicos.

Isto significa que, em vez de se basear na impressão do utilizador, a qualidade deve ser projetada e incluída nos produtos. De facto, um produto ou serviço de alta qualidade recebe toda a atenção durante todo o seu ciclo de vida, participa em todas as fases do processo de produção, começando por determinar as necessidades do cliente e traduzindo-as em especificações, passando pelo desenvolvimento do projeto, produção, transporte e instalação do produto, incluindo o serviço no terreno para garantir a satisfação do cliente com o produto (De Sande & Lemos Costa, n.d.).

Em 1956, **Feigenbaum** cunhou a expressão "controlo da qualidade total", sublinhando que a qualidade de uma organização é o resultado do trabalho de todos os seus membros e não apenas de um grupo de projeto, permitindo que os bens e serviços satisfaçam as expectativas dos consumidores. O marketing, a engenharia, a produção e a manutenção são exemplos dessas características (Gomes, 2004; Romano, 2015).

Na ótica de **Juran**, a qualidade é um conceito que tem múltiplas definições e, para ele, duas são fundamentais (Juran & Godfrey, 1998):

1. A "qualidade" refere-se às características de um produto que satisfazem as necessidades dos seus clientes e, por conseguinte, contribuem para a sua satisfação. A definição de qualidade neste contexto é o desempenho. Uma maior qualidade tem como objetivo aumentar a satisfação do cliente e, de preferência, o seu rendimento. No entanto, a oferta de mais e/ou melhores qualidades implica, frequentemente, um investimento e, consequentemente, um aumento dos custos.
2. "Qualidade" refere-se à ausência de falhas, especificamente a ausência de erros que resultam em trabalho repetido (retrabalho), problemas ambientais, insatisfação do cliente ou reclamações.

De acordo com **Juran**, a qualidade deve ser uma componente significativa da estratégia da empresa, sendo o controlo da qualidade uma parte integrante da gestão a todos os níveis e não apenas o domínio dos profissionais do controlo da qualidade. O autor define a qualidade como "adequação ao uso" e defende que as preocupações com a qualidade não são apenas técnicas, mas afetam a estratégia da empresa, pelo que devem ser tratadas ao nível da gestão de topo (De Sande & Lemos Costa, n.d.).

Juran acreditava que nenhuma organização podia mudar até que alguém se queixasse dela. O primeiro passo seria compreender e acreditar que uma mudança é desejável e alcançável em todos os aspetos do funcionamento de uma organização a longo prazo, em vez de se concentrar em objetivos de curto prazo (Costa, 2013).

A **Trilogia de Juran**, muitas vezes conhecida como a Trilogia da Qualidade, é composta por três procedimentos que funcionam em conjunto para formar todo o processo de gestão da qualidade (*JURAN*, n.d.).



Figura 1 - Trilogia da qualidade de Juran
(Campos, 2015)

Planeamento da qualidade é o processo através do qual uma organização compreende as necessidades dos seus clientes, define as características e especificações de um produto ou serviço e concebe os processos que irão satisfazer essas necessidades.

De acordo com Juran & Godfrey, (1998) o planeamento da qualidade inclui:

- a) Identificar os clientes;
- b) Determinar as necessidades dos clientes;
- c) Estabelecer as características dos produtos que podem satisfazer as necessidades dos clientes;
- d) Estabelecer os processos que sejam capazes de produzir as características do produto sob as condições operacionais;
- e) Transferir os processos para a zona operacional.

Controlo da qualidade implica a realização de verificações periódicas, inspeções e monitorização de métricas para garantir que o processo está sob controlo e satisfaz as normas. Identificar as fontes de raiz em circunstâncias em que existem falhas é essencial para atividades de reparação e prevenção.

Através do controlo, é possível eliminar problemas esporádicos, repondo a normalidade, quando se verifica algo anormal (Romano, 2015).

Melhoria da qualidade - Apesar do facto de as empresas poderem pretender obter melhorias através de técnicas banais, a melhoria da qualidade implica encontrar locais onde os processos podem ser melhorados e organizar modificações benéficas para obter um desempenho mensurável (Costa, 2013; JURAN, n.d.).

Um produto de qualidade que é desenvolvido, planeado, fabricado e comercializado para ser mais prático, rentável e consistentemente agradável para o cliente é o que **Ishikawa** define como "bom controlo de qualidade" (Pires António Ramos; Saraiva Margarida; Rosa Álvaro, 2012).

A ideologia de **Ishikawa** promove o desenvolvimento de círculos de qualidade, ou seja, pequenas equipas, normalmente da mesma área de trabalho, que se reúnem regularmente para, de forma voluntária, descobrir, investigar, analisar e resolver problemas que surjam no trabalho.

Segundo **Taguchi**, a conceção e os processos de fabrico de um produto têm um grande impacto no seu custo e na sua qualidade. Ele relaciona a qualidade com todas as perdas sociais causadas por um produto, desde que essas perdas não sejam causadas pelos atributos inerentes ao produto e está normalmente associado a quatro conceitos de qualidade, (S. P. Â. Da Costa, 2013; Romano, 2015):

- A qualidade não deve ser adicionada a um produto mais tarde, mas deve ser incorporada desde o início. Um produto ou processo deve ser melhorado ao longo das fases de concepção e fabrico. Os procedimentos de inspeção tradicionais são incapazes de corrigir a má qualidade.
- A estratégia mais eficaz para alcançar a qualidade é eliminar os desvios do objetivo. O produto deve ter uma concepção sólida e ser resistente a circunstâncias ambientais imprevisíveis. Os valores dos parâmetros críticos devem ser especificados e o fabrico deve ser assegurado para atingir estes objetivos com o mínimo desvio.
- A funcionalidade ou as características de um produto não devem ser utilizadas para avaliar a sua qualidade. Com isto, é alterado o mercado e/ou o preço do produto, mas não a sua qualidade. Apesar de a qualidade e o desempenho serem conceitos que estão relacionados, não são a mesma coisa. O desempenho é uma medida do potencial de um produto.
- Os custos da qualidade devem ser ponderados em relação às diferenças de desempenho do produto. Isto inclui custos de "tornar a fazer", de inspeção, garantias, reembolsos e substituições.

2.1.2 Qualidade do Produto

A qualidade global das atividades desenvolvidas durante o ciclo de produção determina a qualidade final de um produto, como é apresentado na figura 2.

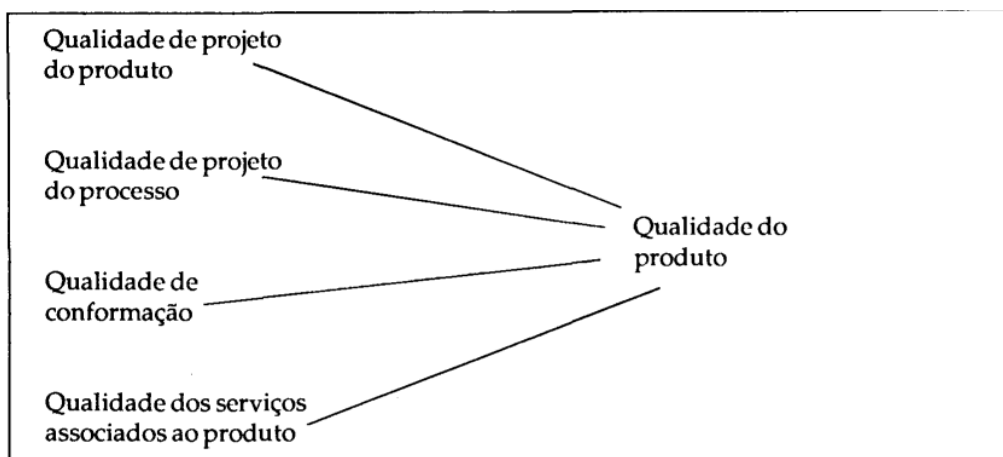


Figura 2 - Qualidade do produto

A qualidade de projeto do produto é determinada pela sua estratégia de mercado, sendo esta influenciada pelo nicho de mercado escolhido, assim como pela sua capacidade de definir as necessidades do mercado e atingir os objetivos do projeto. O nível de pesquisa de mercado, o nível de conceptualização e o nível de especificações, estão incluídos no processo do projeto.

Os principais fatores que influenciam a conformidade são a qualidade do processo de fabrico, a capacidade de gestão e a utilização dos recursos.

Por último, mas não menos importante, a qualidade dos serviços associados ao produto é determinada pelo método de instalação, pela orientação do utilizador e pelo apoio técnico prestado pela empresa ao cliente.

Seguem-se os componentes que contribuem para a qualidade global do produto (Almeida & Toledo, 1992):

- As características funcionais específicas do produto incluem o desempenho, a facilidade de utilização e a conveniência;
- As características operacionais temporárias incluem a disponibilidade, a fiabilidade, a capacidade de manutenção e a durabilidade;
- Características de conformação;
- Características dos serviços associados ao produto, como a instalação, a orientação do utilizador e o apoio técnico;
- Características do contacto do produto com o ambiente;
- Características subjetivas associadas ao produto, como a estética e a imagem de marca;
- Características de custo do ciclo de vida do produto para o utilizador.

2.1.3 Sistema de Gestão da Qualidade segundo a norma ISO 9001:2015

O desenvolvimento e implementação do sistema de gestão, de acordo com a **Norma NP EN ISO 9001:2015**, é assegurado através do estabelecimento de processos que são devidamente caracterizados face à:

- Determinação e monitorização das questões externas e internas que sejam relevantes para o propósito da organização e a sua orientação estratégica, permitindo conhecer o contexto da organização;
- Identificação das partes interessadas e dos seus requisitos;
- Definição das intenções e orientações para com a qualidade;

- Consolidação da cultura de inovação na organização, proteção e valorização do conhecimento, assegurando a sua coerência com a estratégia da empresa;
- Determinação e monitorização dos riscos e oportunidades decorrentes do contexto da organização para assegurar o seu tratamento e melhoria do desempenho dos processos;
- Estabelecimento, planeamento e monitorização dos objetivos da qualidade;
- Estabelecimento dos processos;
- Identificação das infraestruturas, do ambiente de trabalho, das pessoas, dos equipamentos e do conhecimento organizacional necessário para garantir a eficácia dos processos e a satisfação dos clientes.

A ISO 9001:2015 é apoiada nos seguintes sete princípios da gestão da qualidade:

- **Foco no cliente** - O principal objetivo da gestão da qualidade é satisfazer as necessidades dos clientes e exceder as suas expectativas;
- **Liderança** - Os líderes a todos os níveis geram unidade de propósito e direção, bem como as condições para que os indivíduos se empenhem em atingir os objetivos da organização;
- **Comprometimento das pessoas** - Pessoas competentes, habilitadas e dedicadas são fundamentais para reforçar a capacidade de proporcionar valor;
- **Abordagem por processos** - Resultados consistentes e previsíveis são atingidos de forma mais eficaz e eficiente quando as atividades são entendidas e geridas como processos interligados, que funcionam como um sistema coerente;
- **Melhoria** - As organizações de sucesso estão permanentemente focadas na melhoria;
- **Tomada de decisões baseada em evidências** - As decisões baseadas na análise e avaliação de dados e informações têm maior probabilidade de produzir os resultados pretendidos;
- **Gestão das relações** - As organizações gerem as suas relações com partes interessadas importantes, tais como os fornecedores, a fim de alcançar o sucesso a longo prazo.

Os fatores externos que afetam uma organização podem incluir, por exemplo, o ambiente cultural, social, político, legal, regulamentar, financeiro, tecnológico, económico, natural e competitivo internacional, nacional, regional ou local. A cultura empresarial, gestão, estrutura organizacional, funções e responsabilidades, políticas, objetivos e recursos estratégicos, sistemas de informação, fluxos de informação e processos de tomada de decisão, são exemplos de fatores internos.

O objetivo principal de um SGQ deve ser a prevenção de problemas e este conceito está agora incluído em toda a norma no “pensamento baseado em risco”, em que os riscos devem ser considerados numa base contínua e mitigados conforme necessário para evitar não conformidades (APCER, 2015).

2.1.4 Ferramentas da Qualidade

As ferramentas da qualidade são estratégias que podem ajudar a identificar causas, compreender processos, recolher e analisar dados, gerar ideias, acompanhar projetos e tomar decisões para regular e melhorar os processos em geral. Apesar de ajudarem na resolução do problema, tendo por base acessibilidade por parte de todos os trabalhadores e o trabalho em equipa, não podem resolver todas as questões de qualidade (APCER, 2015; Sokovic et al., 2010).

De acordo com McQuater et al. (1995), existem vários obstáculos à utilização e implementação de ferramentas, incluindo a falta de apoio, formação inadequada, incapacidade de aplicar a informação, ferramentas mal escolhidas, resistência à utilização de ferramentas e falta de comunicação sobre os benefícios da utilização de ferramentas.

No entanto, os benefícios são inegavelmente maiores, o uso destas ferramentas desempenham um papel muito importante na melhoria contínua das organizações, uma vez que as tecnologias modernas facilitam a digestão do conhecimento, a organização dos dados e a transmissão de ideias de uma forma clara e gráfica.

Cada ferramenta tem propriedades únicas e pode realçar a mesma informação de formas diferentes (Bamford & Greatbanks, 2005).

As ferramentas utilizadas na presente dissertação foram:

- **Fluxograma**

O fluxograma é uma representação gráfica sequencial e analítica de cada etapa de um determinado processo. É utilizado para descrever um processo existente, para projetar um novo processo ou para descobrir irregularidades no processo, sendo fundamental para simplificar e racionalizar o trabalho, enquanto facilita o conhecimento dos processos produzidos numa empresa (Roldão & Ribeiro, 2007; Seleme, 2008).

A sua construção requer a utilização de uma simbologia distinta, apresentada na figura 3, que representa a sequência de etapas de um processo.

Algumas das suas vantagens passam pela padronização da apresentação dos métodos e procedimentos administrativos, facilitando a leitura e a compreensão das ações envolvidas (S. P. Â. Da Costa, 2013).

 processo	 display	 tambor magnético	 memória principal
 operação manual	 direção de fluxo	 cartão perfurado	 disco magnético
 decisão	 anotação	 documento	 operação auxiliar
 modificação programa	 espera	 fita magnética	 sub-rotina
 preparação	 fita papel perfurada	 arquivo off-line	 conexão e/ou operação
 terminal	 "ou"	 entrada manual	 arquivo on-line
 conexão de páginas	 junção	 input/output	 sort

Figura 3 - Simbologia fluxograma

(Seleme, 2008)

▪ Diagrama de Causa e Efeito (ou Diagrama de Ishikawa)

Um diagrama de causa e efeito ou diagrama de **Ishikawa** foi desenvolvido por **Kaoru Ishikawa**, em 1943. É considerada uma ferramenta visual de categorização das causas, raiz de um problema. Este combina com o *brainstorming*, onde existe um levantamento de potenciais causas para um determinado problema, tendo como principal objetivo sistematizar a discussão das causas de um problema, a fim de clarificar a relação entre as dispersões de um processo e as consequências que delas emergem (Hekmatpanah, 2018; Ishikawa, 1985).

Uma das técnicas mais comumente utilizadas para a análise da causa raiz, na indústria, são os 6M's: Mão-de-obra, Métodos, Meio ambiente, Máquinas, Material e Medições, que, de acordo com o contexto e propósito do problema, podem ser adaptadas (Coutinho, 2013; Doshi et al., 2012; *JURAN*, n.d.).

Este modelo apresenta algumas desvantagens, nomeadamente o facto de só ser possível abordar um problema de cada vez e a falta de um quadro evolutivo para comparações.

- **Histograma**

Com o uso de histogramas ou gráficos de barras para representar dados agrupados ou categorizados, é possível compreender o fenómeno como um todo, bem como a relação entre os outros componentes sob investigação e a frequência com que esses valores ocorrem (Roldão & Ribeiro, 2007).

Estes dados podem ser classificados em dois tipos: contagem de defeitos ou atributos e categorização de medidas.

Os acontecimentos são separados em categorias ao longo de um determinado intervalo numa escala contínua, facilitando a compreensão da distribuição de uma determinada recolha de dados através da apresentação da distribuição da ocorrência de acontecimentos em várias colunas ou categorias de acontecimentos.

- **Folha de Verificação (*Checklist*)**

A *checklist* é uma ferramenta bastante simples, tendo como função predominante a recolha do máximo de informação/dados acerca de um determinado acontecimento. Esta é a base para a construção de outras ferramentas, podendo ser classificada das seguintes formas:

- Lista de condições que devem ser cumpridas, normalmente a resposta é Sim/Não;
- Lista de verificação de contagem de quantidades;
- Lista de verificação da categorização das medidas;
- Lista de controlo para deteção de falhas.

A principal vantagem desta ferramenta é a sua simplicidade e facilidade de utilização, dando a conhecer, com clareza, a situação atual da empresa e, assim, determinar a eficácia de uma ação de melhoria (Ozeki & Asaka, 1990).

- **Brainstorming**

O *brainstorming* é uma das abordagens para incentivar a criatividade do grupo, em que os elementos da equipa partilham livremente ideias e pensamentos para resolver problemas práticos (Gogus, 2012).

O processo envolvido no trabalho do desenvolvimento de ideias pode desempenhar um papel notável no aumento das capacidades dos indivíduos para criar soluções inovadoras, que podem depois ser avaliadas e, eventualmente, utilizadas na prática. Todos os pensamentos devem ser anotados, sendo bastante útil para categorizar conceitos e encontrar áreas que precisam de ser melhoradas (Bamford & Greatbanks, 2005; Hurmuzan & Al-Samarraie, 2017).

2.2 Metodologia *PDCA*

O ciclo PDCA, também conhecido como ciclo de *Shewart* ou ciclo de *Deming*, foi criado por **W. Edwards Deming**, em 1950, e está associado ao planeamento, implementação, controlo e melhoria contínua de cada processo do SGQ implementado. Procura tornar os processos mais claros e ágeis, nunca tendo fim (S. P. Â. Da Costa, 2013; Soković et al., 2009).

Este é caracterizado pela sua dinâmica de *Plan* (Planear), *Do* (Executar), *Check* (Verificar) e *Act* (Agir), como ilustra a figura 4.

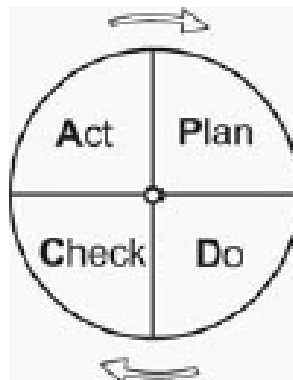


Figura 4 - Ciclo PDCA

(Sokovic et al., 2010)

O ciclo inicia-se no *plan*, onde são identificados e analisados os problemas, também são definidos os objetivos e os processos necessários para atingir os resultados, tendo em conta as áreas onde existem oportunidades de melhoria. Segue-se o *do*, onde ocorre a execução das tarefas e o levantamento de dados para o controlo do processo. No *check*, existe uma monitorização e medição dos processos. Por

último, o *act* tem como objetivo a padronização das mudanças realizadas e empreender ações para melhorar continuamente o desempenho dos processos e da organização e, com base nos resultados, começar um ciclo novo (Cerqueira, 2022; Romano, 2015; Soković et al., 2009; Sokovic et al., 2010).

Com o uso contínuo do ciclo *PDCA*, é possível obter, rapidamente, grandes aumentos de desempenho com pequenas alterações (Kolarik, 1999).

Este ciclo mostra-se mais eficaz em comparação com abordagens de “*right at first time*” (certa à primeira), pois não se concentra apenas em planos de falhas, uma vez que outros fatores externos ao processo podem, por vezes, modificar os resultados e tornar a padronização praticamente impossível. A utilização deste método implica uma procura contínua de métodos de melhoria, mesmo que o plano seja praticamente perfeito (Romano, 2015; Sokovic et al., 2010)

2.3 Autocontrolo

As crescentes restrições em matéria de qualidade deram origem ao conceito de autocontrolo do desempenho. Do ponto de vista industrial, é definido como a atribuição ao operador da autoridade para determinar se a produção cumpre as normas predefinidas. Considera-se que os trabalhadores devem controlar a sua própria “*performance*”, visto que são os responsáveis pela qualidade e não conformidades (Faye & Falzon, 2009).

De acordo com Rot, (1998), esta ferramenta de gestão tem três objetivos teóricos centrados na melhoria da qualidade:

- De um ponto de vista preventivo, visa manter os operadores em alerta e encorajá-los a realizar a operação correta à primeira tentativa (Faye & Falzon, 2009);
- De um ponto de vista reativo, espera-se que os operadores reajam imediatamente quando ocorre um problema;
- De um ponto de vista analítico, manter um registo das disfunções ajuda na sua resolução.

2.4 Construção Modular

O conceito de fachada está em constante mutação, pelos avanços tecnológicos. Definida como uma barreira entre o exterior e o interior, atualmente, funciona como um módulo ativo que deve lidar, da melhor forma possível, com as condições climáticas extremas, com os efeitos da transparência, da ventilação, do calor e da poluição sonora, sendo fundamental para produzir conforto e qualidade de vida

nos edifícios, uma vez que funcionam como verdadeiros filtros físicos entre o interior da estrutura e o exterior, tendo em consideração os princípios de poupança de energia(Ochoa & Capeluto, 2009; Sacht, 2013).

As fachadas modulares são constituídas por secções modulares que incluem todos os componentes necessários para a sua produção e instalação. Os entalhes de fixação estão integrados no perímetro, permitindo um manuseamento fácil, durante o transporte e a descarga na obra, cumprindo um controlo rigoroso durante a fase de produção. O método de instalação é menos demorado do que os tipos tradicionais de fachadas, as unidades têm de ser içadas por grua e colocadas no local, sendo mais eficiente do que os andaimes(Andrade, 2010; Hövels, 2007; Kalthoum, 2019).

As necessidades essenciais das obras são as seguintes (Sacht et al., 2015):

- Resistência mecânica e estabilidade;
- Segurança contra incêndio;
- Higiene, saúde e ambiente;
- Segurança na utilização;
- Proteção contra o ruído;
- Economia de energia e isolamento térmico.

Nos tempos atuais, os projetos modulares demoram mais tempo a desenvolver, comparativamente com os tradicionais, uma vez que os projetistas aprendem a alinhar-se com o processo de fabrico. As decisões de fabrico devem ser tomadas desde o início do processo, uma vez que, tardiamente, tem implicações de custo e dificuldade.

Sobre o controlo da qualidade, a facilidade e a qualidade diferem, significativamente, entre uma fábrica e um estaleiro de construção, o que pode resultar em retrabalho (Bertram et al., 2019).

Nos dias que decorrem, estão a ser desenvolvidos recursos materiais, produção sustentável do ponto de vista ambiental e equipamentos e materiais de engenharia de ponta, permitindo a modernização dos sistemas modulares e a sua utilização na construção em grande escala (Generalova et al., 2016).

2.4.1 Principais Tipologias de Fachadas Modulares



Figura 5 – Fachada modular em Betão e Madeira, respetivamente

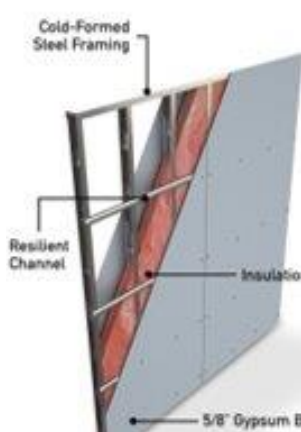


Figura 6 - Fachada Modular em Aço, Alumínio e Combinação, respetivamente

2.4.2 Vantagens da Pré-fabricação

Verificaram-se vantagens, nomeadamente (Andrade, 2010; Kalthoum, 2019; Kamrani, 2002):

- Redução das despesas de mão de obra, dos desperdícios e do tempo de inatividade;
- Padronização de processos;
- Simultaneidade de fases de construção, diminuindo o tempo de desenvolvimento do produto;
- Utilização de tecnologia CNC;
- Aumento da qualidade e do controlo da mesma;
- Redução e reciclagem de resíduos;
- Redução dos acidentes de trabalho;
- Reforço e melhoria da aplicação da utilização de EPIs;

- Flexibilidade na satisfação das necessidades de alojamento temporário;
- Diversidade de produtos, (combinação de componentes de várias formas resulta numa elevada variação com o mesmo número de módulos);
- Adaptabilidade através da flexibilidade de layout e generalidade de aplicação;
- Excelentes propriedades de desmantelamento, que reduzem os custos e aumentam o valor de fim de vida;
- Vedação e proteção eficaz entre as peças.

2.4.3 Principais Problemas da Construção Tradicional

Dos problemas da construção tradicional consideram-se (Kalthoum, 2019):

- Restrições de espaço;
- Tempos de construção longos;
- Utilização de recursos dispendiosos;
- Dependência significativa das condições meteorológicas;
- Requisitos de andaimes e/ou plataformas;
- Necessidade de armazenamento no local;
- Fixação exterior do vidro.

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

No presente capítulo, será feita a apresentação da empresa onde o projeto foi desenvolvido, a *Bysteel fs* e do grupo a que pertence a empresa, *dst group*.

3.1 Grupo *dst*

O grupo *dst* tem estado em atividade desde o início dos anos 40, reunindo muitos conhecimentos numa variedade de áreas de atividade, enquanto procura continuamente manter-se atualizado com as tendências do mercado. Este atua em 6 setores: *Engenharia & Construção, Ambiente, Energias Renováveis, Telecomunicações, Real Estate e Ventures*.

3.2 *Bysteel fs*

A *Bysteel fs*, sediada em Braga, foi construída em 2016 com o objetivo de dar resposta às necessidades do mercado da construção civil, no que se refere à engenharia de fachadas. Esta dispõe de tecnologias de ponta e revolucionárias.

É uma empresa especialista em engenharia de fachadas que se concentra na conceção, desenvolvimento, fabrico e montagem de envelopes arquitetónicos e sistemas de fachadas para satisfazer as necessidades mais avançadas da arquitetura e engenharia modernas. Oferece soluções para fachadas de edifícios de grande escala e/ou complexos, aliando arquitetura à engenharia, para resolver eficazmente questões energéticas, acústicas, térmicas e de impermeabilização.



Figura 7 - Edifício Bysteel fs

A organização tem acesso às mais avançadas e inovadoras tecnologias, ferramentas e softwares de construção civil (BIM - *Building Information Modeling*, *Autocad*, *Product Design Suite*, *CCS*, *Project*, *FPPro*), apostando ainda mais na qualificação dos recursos humanos.

A capacidade da marca *Bysteel* em responder de forma integrada às tendências do design arquitetónico para o vidro, alumínio e aço, bem como às novas normas do sector ambiental, é um fator fundamental para o seu reconhecimento global como líder na execução de projetos de elevada complexidade e escala. Com escritórios no Reino Unido, França, Mónaco, Holanda e Angola, a *Bysteel* *fs* quer “vestir as obras dos grandes arquitetos e ser a Gucci da engenharia de revestimentos e fachadas de edifícios”, (*bysteel*, n.d.).

3.2.1 Certificação

A *Bysteel* *fs* dispõe de várias certificações como:

- Certificação do Sistema de Gestão da Qualidade ISSO 9001:2015;
- Certificação do Sistema de Gestão Ambiental ISO 14001: 2015;
- Certificação do Sistema de Gestão de Saúde e segurança ocupacionais ISO 45001: 2018.

3.2.2 Organograma

A empresa tem uma organização interna bem definida e suficientemente flexível, para permitir e promover o cumprimento dos objetivos ambiciosos.

O organograma presente no anexo 1, estabelece a autoridade e a relação mútua das várias unidades operacionais. São alguns os serviços partilhados pela empresa e pelo grupo *dst*, nomeadamente:

- Finanças;
- Administração;
- Recursos Humanos;
- Sistemas de Informação;
- Gestão Ambiental;
- Marketing;
- Informação de Gestão.

3.2.3 Plano Estratégico

A *Bysteel/ fs* aposta numa estratégia de crescimento centrada na inovação e na internacionalização, oferecendo soluções inovadoras que transcendem o significado arquitetónico, procurando soluções de engenharia que reinventam de forma inovadora os materiais convencionais para satisfazer as exigências de segurança, sustentabilidade, conforto térmico e acústico.

Neste sentido, a *Bysteel/ fs* elege os seguintes objetivos estratégicos:

- Reunir o *know-how* e competências técnicas adequadas através de uma equipa de recursos humanos experiente e alinhada com aquele que é o *core business* da empresa;
- Possuir o poder de produção que lhe permita dar resposta em tempo útil às solicitações do mercado que pretende abordar, especificamente, grandes obras, quer em quantidade quer em complexidade;
- Fazer da Inovação o seu ADN, apostando continuamente no desenvolvimento de soluções para fachadas que aliem arquitetura e engenharia como forma de reinventar os materiais utilizados, com vista à resolução eficiente de problemas comuns a edifícios, sejam eles energéticos, acústicos, térmicos ou impermeabilização;
- Afirmar-se como líder no mercado nacional e, sobretudo, internacional na área de engenharia de fachadas, de forma a destacar-se como um dos "*players*" essenciais do mercado;
- Garantir a sustentabilidade da segurança da empresa, promovendo locais de trabalho seguros e saudáveis;
- Garantir que as suas atividades são ambientalmente sustentáveis.

3.2.4 Missão, Visão e Valores

Como **missão**, a *Bysteel/ fs* considera:

- Criar, fabricar e construir fachadas e envelopes arquitetónicos, em conformidade com os mais elevados padrões da indústria, a um preço competitivo;
- Atrair, reter e inspirar os melhores talentos enquadrados pela paixão da arquitetura, pelo rigor e eficiência organizativa;
- Valorizar todos os ativos da marca, de modo a maximizar os retornos para os *stakeholders*, a curto e a longo prazo.

Assume como **visão**:

- Ser uma das empresas de fachadas e envelopes arquitetónicos mais fiáveis da Europa, conhecida como o parceiro de referência para os projetos mais desafiantes e ideias inovadoras, onde a eficiência dos processos e a certeza dos resultados determinam a excelência das relações criadas e o valor entregue ao mercado.

Ancorada pelos **valores**:

- Ambição, Bom Gosto, Coragem, Lealdade, Paixão, Respeito, Responsabilidade, Rigor e Solidariedade.

3.2.5 Política de Gestão

Para atingir os seus objetivos estratégicos, a *Bysteel/ fs*, no âmbito do design e desenvolvimento, fabrico e montagem de sistemas de fachadas e caixilharias, criou as seguintes orientações na sua Política de Gestão. Estas são enquadradas por uma dedicação à excelência da qualidade do produto, conseguida em simultâneo com o rigoroso controlo de custos e a orientação para o cliente, salvaguardando a sustentabilidade ambiental e a segurança e saúde no trabalho de todos:

- Cumprir os requisitos e expectativas do cliente, bem como as obrigações legais e estatutárias dos vários mercados onde a *Bysteel/ fs* atua, garantindo a conformidade dos produtos fornecidos, maximizando a capacidade operacional e o cumprimento dos prazos;
- Gerir, com rigor e inteligência, os projetos em que se envolve, focando-se nos requisitos do cliente e outras partes interessadas relevantes, na qualidade do produto e na remuneração financeira esperada;
- Definir e rever, sempre que necessário, um conjunto de objetivos monitorizáveis e/ou mensuráveis, visando a melhoria do desempenho do seu sistema de gestão;
- Acrescentar valor ao seu produto, através da procura constante de maior qualidade e de soluções inovadoras;
- Fomentar a formação contínua da equipa, capturar e reter talentos e destacar-se pela excelência técnica dos seus quadros;
- Promover o alinhamento organizacional através da implementação do novo modelo de gestão baseado no *Balanced Scorecard* – BSC;
- Cumprir as obrigações de conformidade ambiental e de SST;

- Consumir os recursos naturais de forma responsável, reduzir a utilização de produtos perigosos e diminuir a produção de resíduos, contribuindo para a proteção do ambiente;
- Proporcionar condições de trabalho seguras e saudáveis para a prevenção de lesões e problemas de saúde relacionados com o trabalho;
- Promover e mitigar as barreiras à consulta e participação dos trabalhadores e sensibilizá-los para as implicações do incumprimento das definições do sistema;
- Analisar e controlar as atividades desenvolvidas pela *Bysteel/ fs*, procurando adotar medidas para eliminar os perigos e reduzir os riscos para a SST dos trabalhadores;
- Providenciar todos os recursos necessários à manutenção e melhoria contínua do sistema de gestão;
- Procurar a melhoria contínua do seu sistema de gestão, de forma a assegurar a melhoria do desempenho dos processos/serviços, do ambiente e da segurança.

3.2.6 Objetivos

A empresa tem objetivos bem definidos e quantificáveis que se alinham com as políticas de gestão existentes. A *Bysteel/ fs* concentra os seus esforços na melhoria contínua da satisfação dos seus clientes, através da implementação de um SG adequado e eficaz, no qual participam todos os seus trabalhadores. O seu alinhamento, planeamento e motivação permanente para a qualidade, proteção ambiental, segurança, investigação, desenvolvimento e inovação são fundamentais, razão pela qual a gestão de topo investe na comunicação e formação dos seus recursos humanos, privilegiando sempre a qualidade e procurando implementar práticas e procedimentos que conduzam a uma adequada gestão ambiental das suas atividades, serviços e produtos.

Sendo uma empresa dedicada à melhoria contínua, as suas atividades, desempenho e resultados são avaliados de forma cíclica e contínua, tendo em conta a análise dos resultados, a verificação das atividades/práticas e a identificação de áreas/oportunidades de melhoria.

Um dos pilares fundamentais da sua atuação é a segurança do seu pessoal e de todos os intervenientes, procurando evitar e, se possível, eliminar os fatores de risco que as suas principais atividades implicam.

3.2.7 Projetos desenvolvidos

Alguns dos projetos desenvolvidos foram:

- ***Grand Central Saint-Lazare*** – Paris, França – 2020

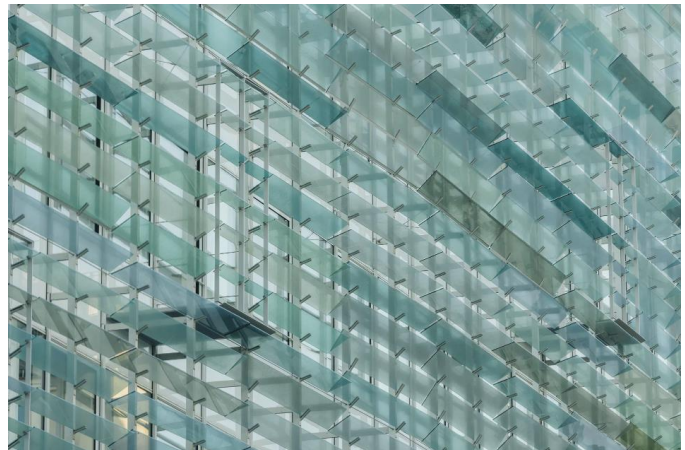


Figura 8 - Grand Central Saint-Lazare

- ***ParisLongchamp*** – Paris, França – 2018



Figura 9 - ParisLongchamp

- *The Maybourne Riviera* - Côte d'Azur, França - 2021



Figura 10 - The Maybourne Riviera

- *Urbo Business Center* – Porto, Portugal – 2019



Figura 11 - Urbo Business Center

- *The Berkeley* – Londres, Reino Unido – 2023



Figura 12 - The Berkeley

- *King's Cross Quarter* – Londres, Reino Unido - 2017

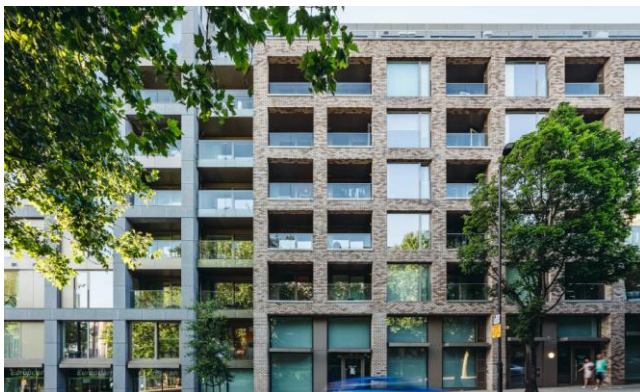


Figura 13 - King's Cross Quarter

4. PLAN – CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

Este capítulo examinará a situação atual da empresa, descrevendo o processo de fabrico, assim como a abordagem por processos, o fluxo de informação, os planos de medição e monitorização e os problemas encontrados.

4.1 Descrição do processo produtivo

O sistema produtivo da *Bysteel/ fs* está organizado nas secções seguintes:

1. Centro de Logística de Receção;
2. Centro de Operações Principais;
3. Centro de Operações Secundárias;
4. Centro de Caixilharias;
5. Centro de Fachadas;
6. Centro de Preparação para Expedição;
7. Centro de Logística de Expedição.

O layout da fábrica pode ser observado no anexo 2. O fluxo de produção segue a seguinte representação, figura 14.

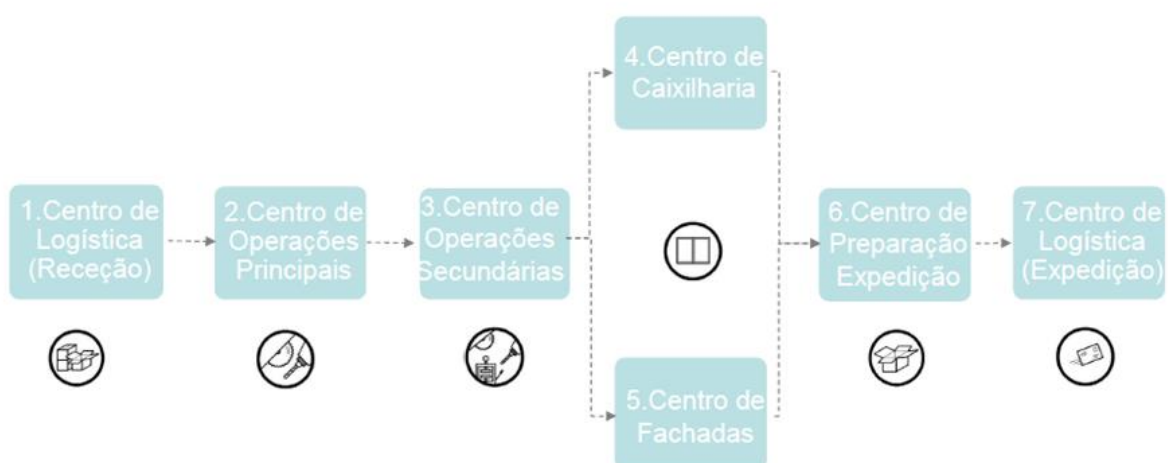


Figura 14 - Fluxo de produção

4.1.1 Centro de Logística de Receção

Todo o processo tem início na logística de receção, com uma área de 1300m², onde o material é rececionado, inspecionado e verificado numa primeira fase, durante a qual é validado o tipo de material, as quantidades mencionadas na guia de remessa e na ordem de compra, assim como o seu estado aparente. Incluem-se perfis de alumínio, acessórios, chapas e vidro.

Os perfis são examinados a 100% antes de serem plastificados pela *Pellicolatrice Dual-Skin* e etiquetados com o código do projeto e do perfil, sendo, posteriormente, armazenados por tipo ou obra, figura 15.

A *Dual-Skin* é um equipamento de aplicação de película protetora em perfis de alumínio.



Figura 15 - Perfis armazenados, de acordo com a sua tipologia e obra

No caso da deteção de uma não conformidade, a anomalia é fotografada e a referência do material é utilizada para registo na plataforma, permitindo ao fornecedor a reposição do mesmo.

A configuração da instalação da logística de receção está representada na figura 16. O fluxo do processo pode ser observado no apêndice 1.

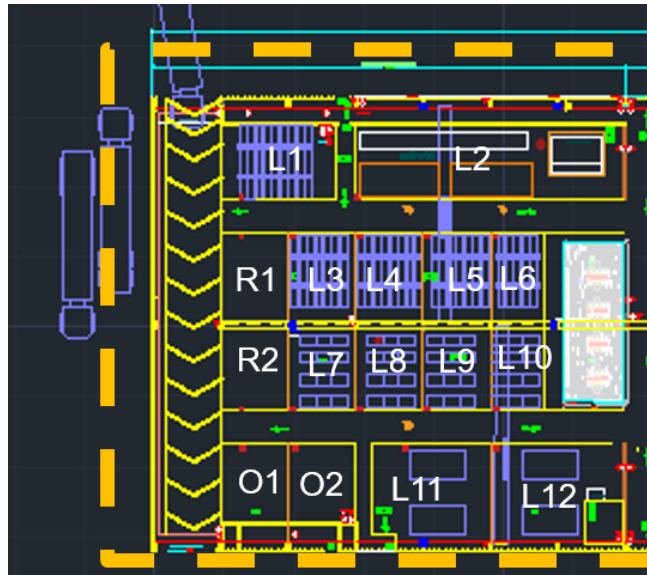


Figura 16 - Layout logística de recepção

Legenda:

R1 – Box de recepção de perfis a inspecionar e plastificar;

R2 – Box de recepção de acessórios ou perfis secundários;

O1 e O2 – Box de armazenamento de material a expedir diretamente para obra;

L1 – Box de inspeção de perfis;

L2 – Box de plastificação dos perfis;

L3 a L10 – Box de armazenamento de material, separado pelas respectivas obras;

L11 e L12 – Box de armazenamento de chapa.

4.1.2 Centro de Operações Principais

É no centro de operações principais, onde o material é transformado pela primeira vez, que são efetuadas as operações de corte e maquinagem de perfis, assim como as operações de corte, fresagem e quinagem de chapas. Os preparadores de fabrico dão apoio técnico aos operadores, atualizam a base de dados de maquinaria, inspecionam os processos de fabrico e coordenam as ligações dos equipamentos.

A empresa possui equipamentos para efetuar todas estas operações, tais como:

- **Combi**

A *combi* é uma máquina de corte eletrónica de 5 eixos com duas cabeças. Tem um disco de corte com um diâmetro de 500 mm.



Figura 17 – Combi

- **Comet T6**

A *Comet T6* é um equipamento de maquinação com CNC, tem 4 eixos controlados específicos para a transformação de barras ou peças de alumínio, PVC, ligas leves e aço. Oferece uma área única para barras até 7,7 m de comprimento ou duas áreas de trabalho independentes (trabalho pendular).



Figura 18 - Comet T6

- **Satellite XT**

A *Satellite XT* é uma máquina de corte e maquinação com CNC. Possui 5 eixos com portal móvel para fresar, furar, roscar e cortar barras ou peças de alumínio, PVC, ligas leves e aço. Pode processar barras até 15 metros de comprimento em modo pendular, produzindo grandes resultados em termos de velocidade e precisão.



Figura 19 - Satellite XT

- ***Quadra L2***

A *Quadra L2* é uma máquina automática de corte e maquinação com CNC, com 18 eixos para fresar, furar e cortar barras de alumínio e ligas leves. Tem capacidade para maquinar perfis até 7,5 metros de comprimento.



Figura 20 - Quadra L2

- ***Compact***

A *Compact* é um equipamento de corte de chapas e compósitos com dimensões até 6x2 metros, tem 3 eixos e é uma máquina robusta com bom desempenho e facilidade de operação.



Figura 21 - Compact

- **Viradeira**

A *Viradeira* é um equipamento de corte e quinagem de chapas de vários tamanhos até 6 metros de comprimento.



Figura 22 - Viradeira

O funcionamento do centro de operações principais está representado no fluxograma presente no apêndice 2.

4.1.3 Centro de Operações Secundárias

Este segmento é responsável por operações secundárias de maquinação, cravação (caixilharia), corte e colocação de vedante. Estes processos são realizados em perfis já transformados. Para estas atividades,

são utilizadas prensa, máquina de cravação, fresadora, furadora, fresadora de cópia, máquina de corte e um equipamento de inserção de vedante.



Figura 23 - Equipamento de inserção de vedante e Fresadora de Cópia, respetivamente



Figura 24 - Fresadora e Prensa, respetivamente



Figura 25 - Máquina de Cravação e Furadora, respetivamente

O layout desta secção está representado na seguinte figura 26.

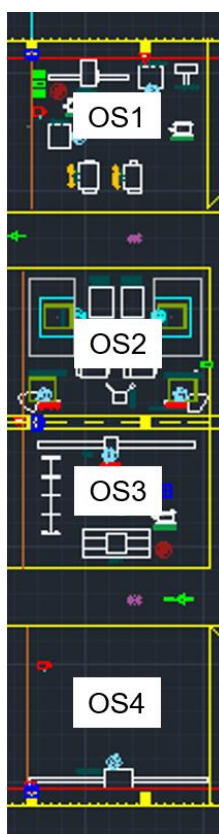


Figura 26 - Layout centro de operações secundárias

Legenda:

- OS1 - Operações Secundárias de Maquinação;
- OS2 - Operações Secundárias de Cravação;

- OS3 - Operações Secundárias de Corte;
- OS4 - Operações Secundárias de Colocação de Vedante.

4.1.4 Centro de Caixilharia e Fachada

Após a primeira transformação, as peças são entregues ao centro de caixilharia e fachadas, onde as estruturas são montadas de acordo com as suas especificações. Pode-se encontrar o fluxograma de produção para a caixilharia no anexo 3 e o fluxograma de produção para a fachada no anexo 4.

O responsável do CCF trabalha com o responsável do COP, para coordenar o planeamento da produção. O departamento de qualidade controla as dimensões exteriores da caixilharia e cria registos de controlo visual e dimensional durante o acompanhamento do fabrico.

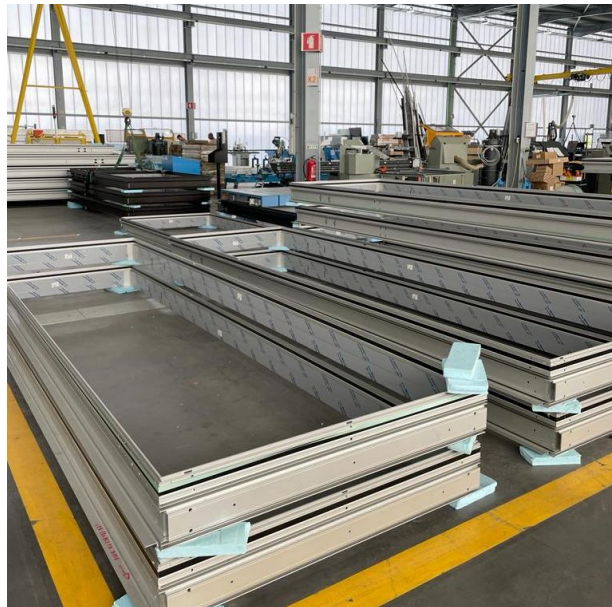


Figura 27 - Centro de caixilharia e fachada

4.1.5 Centro de Preparação para Expedição

Nesta secção, o responsável pelo centro de logística de expedição está encarregue de garantir a preparação do material a ser expedido. Para tal, cria-se uma *packing list*, para garantir que todo o material é expedido e assegura-se a qualidade da embalagem e a identificação da carga, para evitar danos durante o transporte. O departamento de qualidade é também responsável por fazer um controlo qualitativo de 20% do material e registar este controlo visual e dimensional.

4.1.6 Centro de Logística de Expedição

Por último, o responsável do centro de expedição assegura o controlo e coordenação do material a expedir com a gestão de projeto.

4.2 Abordagem por processos

Todas as atividades da *Bysteel fs* e os recursos que as acompanham estão integrados numa rede de processos que interagem e se relacionam entre si, conforme demonstrada na figura 28.

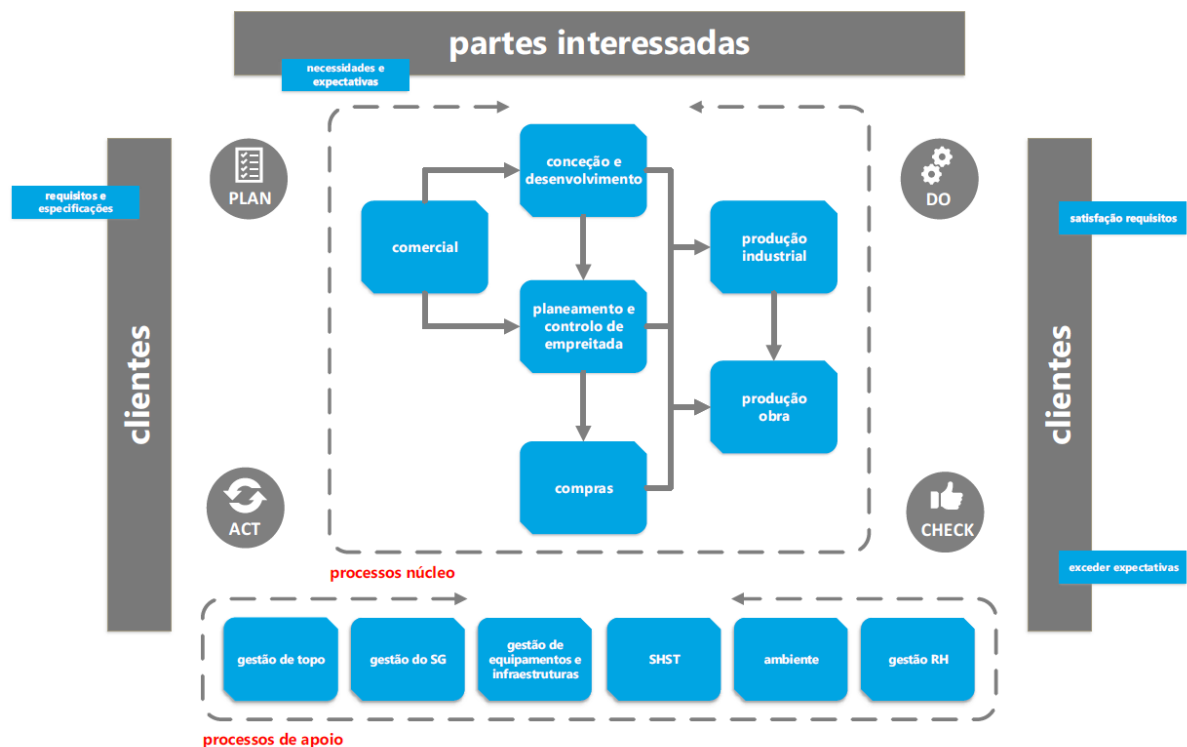


Figura 28 - Rede de processos Bysteel fs

Cada processo é analisado através de uma matriz que descreve os *inputs* e *outputs*, assim como as principais atividades associadas e as funções que executam e/ou participam em cada uma.

São ainda definidos indicadores de desempenho para cada processo, de forma a monitorizar a eficiência e eficácia dos processos e do sistema de gestão, sendo realizada uma avaliação dos riscos e oportunidades associados, com base na qual são definidos planos de ação para cada risco e identificadas potenciais oportunidades para aumentar o sucesso da empresa.

O objetivo desta metodologia é aumentar a satisfação dos clientes através da adequação das suas necessidades e expectativas.

Uma abordagem baseada em processos permite a criação de um ambiente propício à inovação e à melhoria contínua. Como resultado, torna-se evidente a concentração na eficiência do processo e não apenas no produto ou resultado (Vilar, 2013).

4.3 Fluxo de Informação

O fluxo de informação inclui três processos: Preparação da produção, Fabrico e Expedição.

4.3.1 Preparação da produção

Quando se inicia um novo projeto, este é encaminhado para o departamento de Gestão de Projetos e para a Conceção & Design, apêndice 3.

Durante este procedimento, o departamento de Conceção & Design determina os materiais necessários para a realização do projeto e compila uma lista de matérias-primas. O departamento de Gestão de Projetos revê o orçamento e o MCI, depois executa o planeamento da produção tendo em conta o orçamento, MCI, ordens de compra e o processo de produção, por último ocorre a produção efetiva. O departamento de Logística de Receção recebe o material adquirido no fabricante, sendo este seguido de uma inspeção/verificação e armazenado no respetivo local alocado à obra e/ou tipologia.

4.3.2 Fabrico

No processo produtivo, a Preparação envia os desenhos técnicos, assim como a ordem de produção para o departamento de Produção Industrial, para dar início à produção, apêndice 4.

Os materiais armazenados são transportados para o centro de operações principais, onde são cortados e maquinados, em conformidade com a ordem de produção e a documentação de apoio. Posteriormente, são realizadas as operações secundárias antes de serem enviados para os centros de caixilharia e fachada, onde é efetuada a montagem de acordo com os desenhos.

4.3.3 Expedição

Após a conclusão do fabrico, procede-se à preparação para expedição, apêndice 5. O material é embalado e contado, de acordo com a “*packing list*”, antes de ser inserido no transporte e um aviso de expedição é enviado à Gestão de Projeto quando o mesmo é expedido.

4.4 Planos de Medição e Monitorização

Um Plano de Medição e Monitorização (PMM) é um documento que especifica uma metodologia de trabalho consistente que, quando aplicada em cada centro, resulta num plano de ação abrangente com resultados de monitorização que são avaliados, utilizando as mesmas normas.

Estes planos constituem um mecanismo de previsão, de acompanhamento e de documentação do trabalho a executar, devendo ser considerado um instrumento dinâmico de melhoria da qualidade e de controlo operacional (Ribeiro, 2018).

O plano de ação para cada centro inclui uma descrição do material, os parâmetros a controlar, onde, por quem, com que frequência e a forma como devem ser controlados, os critérios de aceitação, a forma como devem ser registados e, finalmente, as medidas a tomar em caso de não conformidade, anexo 5.

4.5 Problemas encontrados

1. Não conformidades durante a montagem dos módulos.
2. Falta de desenvolvimento da plataforma de controlo de qualidade, no chão de fábrica.
3. Desorganização do espaço fabril na logística de preparação para expedição e logística de expedição.

5. DO

Nesta secção, é fornecida uma visão geral do controlo de qualidade realizado no processo, destacando as não conformidades.

5.1 Descrição do processo de controlo da qualidade

No controlo de qualidade, está inerente um controlo visual e dimensional do produto, durante as várias etapas do processo produtivo.

Este controlo inicia-se no centro de logística de receção, onde os operadores fazem uma verificação primária individual de alguns materiais. No caso de ser detetada alguma anomalia na matéria-prima, os técnicos da qualidade verificam o respetivo material, de modo a averiguar se a não conformidade está, ou não, dentro das normas. No caso de não estar dentro das normas, a equipa administrativa da logística de receção, em conjunto com o departamento de qualidade, realizam uma reclamação para a entidade responsável pelo material, com a finalidade da reposição do material, sem implicar atrasos no processo produtivo.

No centro de operações principais e secundárias, é feito um controlo de qualidade por parte dos trabalhadores em conjunto com os técnicos de qualidade. Estes têm que verificar, por exemplo, as dimensões, maquinações e se os acessórios e esquadrias estão corretos.

Quando o produto final se encontra pronto no centro de preparação para expedição, realiza-se uma verificação de 20% da quantidade final. Esta verificação engloba uma verificação visual, dimensional e especial atenção aos pormenores que a peça tenha denominados no seu desenho técnico, como furações, quinagem, lacagem, soldadura, entre outras.

Todas as verificações de cada processo de fabrico são inseridas no Excel denominado por “COQ”, presente no anexo 6. Preenche-se, em primeiro lugar, o “Plano de Atividades”, no qual se indica o número da operação de fabrico, número do projeto, nome da obra, fase, referências de todas as peças do processo, quantidade de cada uma, quantidade real produzida, quantidade a verificar, a verificada, data de verificação e o controlador. Posteriormente, preenche-se o “Planeamento” que calcula automaticamente, consoante os dados inseridos no Excel anterior, a percentagem da quantidade total verificada de cada processo, que não pode ser inferior a 20%.

5.1.1 Não conformidades

Durante o controlo de qualidade, não conformidades podem ser detetadas, tanto nos perfis como nas chapas e na sua montagem. Nas seguintes tabelas, estão os tipos de anomalias possíveis e as respetivas causas, respetivamente.

Tabela 1 - NC Perfil

NC Perfil	
NCP1.	Empeno do perfil
NCP2.	Maquinação
NCP3.	Dimensional
NCP4.	Corte irregular
NCP5.	Acabamento superfície riscado
NCP6.	Anodização escura
NCP7.	Anodização irregular
NCP8.	Lacagem irregular

Tabela 2 - NC Chapa

NC Chapa	
NCC1.	Maquinação
NCC2.	Dimensional
NCC3.	Corte irregular
NCC4.	Quinagem
NCC5.	Acabamento superfície riscado
NCC6.	Anodização escura
NCC7.	Anodização irregular
NCC8.	Lacagem irregular

Tabela 3 - NC Montagem

NC Montagem	
NCM1.	Bites com demasiada folga
NCM2.	Montagem do vidro irregular
NCM3.	Acessórios em cor diferente da caixilharia
NCM4.	Acessórios não conformes com a série de perfil(is) a utilizar
NCM5.	Vedante errado
NCM6.	Esquadria mal cravada
NCM7.	Acessórios mal aplicados (vedantes, peças)
NCM8.	Vedações mal efetuadas (silicone)

Tabela 4 - Causas Perfil (corte e maquinação)

Causas Perfil (corte e maquinação)	
CP1	Erro na leitura do desenho
CP2	Erro no posicionamento/orientação do perfil
CP3	Erro no <i>setup</i> e/ou introdução dos dados
CP4	Erro da preparação e/ou passagem de dados para a máquina
CP5	Falha/deficiência do equipamento
CP6	Empeno do perfil
CP7	Erro ao colocar no ponto zero
CP8	Erro no aproveitamento de perfil não conforme
CP9	Corte irregular devido à poliamida (série oculta)
CP10	Material não conforme para corte
CP11	Maquinagem irregular devido a limalha nas morsas
CP12	Maquinagem irregular devido à poliamida (série oculta)
CP13	Material não conforme para maquinar

Tabela 5 - Causas Chapa (corte e quinagem)

Causas Chapa (corte e quinagem)	
CC1	Erro na leitura do desenho
CC2	Erro no posicionamento/orientação da chapa
CC3	Erro no <i>setup</i> e/ou introdução dos dados
CC4	Erro da preparação e/ou passagem de dados para a máquina
CC5	Falha/deficiência do equipamento
CC6	Erro no aproveitamento de chapa não conforme
CC7	Erro no sentido de quinagem
CC8	Falha ao encostar a chapa ao batente

Tabela 6 - Causas Montagem

Causas Montagem	
CM1	Erro na leitura do desenho
CM2	Erro na cravação dos esquadros/esquadrias desalinhadas
CM3	Erro da preparação
CM4	Bites com demasiada folga
CM5	Vidro com muita folga perimetral
CM6	Vidro sem folga perimetral
CM7	Espessura excessiva do vidro e/ou bite
CM8	Vedante alto para espessura do vidro e/ou bite
CM9	Vedante baixo para espessura do vidro e/ou bite

Quando se verifica uma não conformidade, primeiro realiza-se uma análise, de modo a perceber se é possível resolver a mesma. Se não for, é aberta uma não conformidade no Excel de registo das não conformidades. Neste Excel, é inserida a obra a que pertence a não conformidade, o fornecedor, a data de deteção da mesma, o tipo de não conformidade, o seu número, designação, procedimento, se é “aceite” ou “não aceite”, a resolução, estado da NC e notas. Na figura 29, encontra-se um excerto do Excel de NC.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
PEP	Obra	Fornecedor	Data de deteção da NC	Tipo de não conformidade	Número da Não conformidade	Designação	Procedimento	Aceite/Não aceite	Resolução	Estado da NC	Notas
FF002	ARENA LA CHAPELLE	LACOVALE	19nov	Subempreiteiro	INC-7	Foi detetada não conformidade nas chapas de FF002-CP02. As chapas foram guardadas ao contrário, ficando assim a película a proteger a face não nivel.	Fazer peças novas cortar no sistema fixo e guardar na lateral.	Aceite	Fazer peças novas	FECHADO	
FF002	ARENA LA CHAPELLE	LACOVALE	19nov	Subempreiteiro	NC-24	FF0000 PEÇAS MAL QUILIBRADAS PELICULA AO CONTRARIO	Fazer novas peças	Aceite		FECHADO	
FF006	Mentena	LACOVALE	07dez	Subempreiteiro	NC-11	FF000 - A67 4 UNIDADES: As peças C.302 foram estofadas no lado errado. A67 3 unidades com base de 150mm	novas peças	Aceite		FECHADO	
FF002	BERKELEY	ST3	29dez	Subempreiteiro	NC-41	PF702/500 Ref. CL_01 (fun) tem a marca da quinagem (quinagem/folha na cola errada) Ref. CL_05C e CL_10C (fun de cada) tem uma das abas mais pequenas e abas demais ter 101mm e está com 102 mm, para além disso, uma das abas tem a marca da quinagem que foi feita na cola errada. CL_10E e CL_09B mal quadrada	novas peças	Aceite		FECHADO	PF702/500 CL_10C CL_10B continuam NCs
FF002	ARENA LA CHAPELLE	LACOVALE	08jan	Subempreiteiro	NC-30	FF0002-O conjunto A.125 está não conforme, as cotas das peças C.275 não estão de acordo com os desenhos (ver as fotos e o desenho abaixo)	Novas peças	Aceite	correção de peça	FECHADO	

Figura 29 - Excel de não conformidades

Existe também a plataforma de registo de não conformidades, onde há um registo e monitorização das mesmas, como se verifica na seguinte.

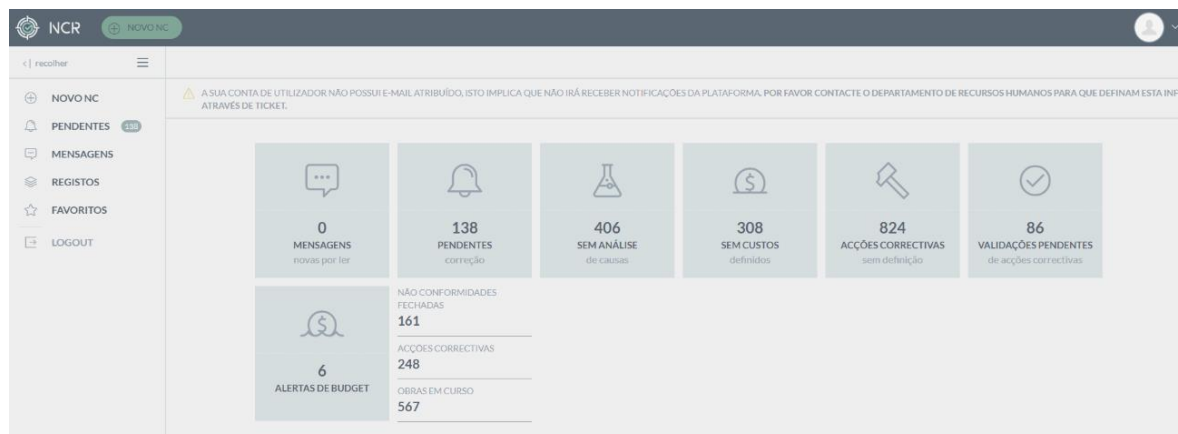


Figura 30 - Homepage - Plataforma NCR

Para abrir uma não conformidade na plataforma, é um processo simples, segue-se um exemplo de uma NC aberta, relativamente aos vidros.

1. Começa-se por abrir “Novo NC” e dá-se início ao preenchimento da não conformidade, figura 31.

The screenshot shows the 'Criar Não Conformidade' form in the NCR platform. The form is titled 'CRIAR NÃO CONFORMIDADE' and includes a warning message: "A SUA CONTA DE UTILIZADOR NÃO POSSUI E-MAIL ATRIBUÍDO, ISTO IMPLICA QUE NÃO IRÁ RECEBER NOTIFICAÇÕES DA PLATAFORMA, POR FAVOR CONTACTE O DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS PARA QUE DEFINAM ESTA INFORMAÇÃO EM SAP ATRAVÉS DE TICKET." The form fields are organized into two columns. The left column contains: DATA DE DETEÇÃO (22-08-2023), EMPRESA (bysteel ft, s.a.), CATEGORIA (Nenhum seleccionado), AREA (Qualidade), OBRA (Atribuir), PEÇA (Atribuir), FORNECEDOR / SUBEMPREENHEIRO, NIF, and NOME. The right column contains: TIPO DE NC (Recuperação de Material Fornecedores), DEPARTAMENTO (Nenhum seleccionado), and PLANO DE FABRICO (Atribuir). Below these fields is a large text area for DESCRIÇÃO. At the bottom of the form are sections for ANEXOS (with an 'Adicionar' button), CORRIGIDO? (radio buttons for Sim and Não), and É UMA NC PÓS OBRA? (radio buttons for Sim and Não). A 'REGISTAR' button is located at the bottom right of the form.

Figura 31 - Excerto da plataforma NCR – abertura nova NC

2. Seleciona-se o tipo de não conformidade, neste caso será “Recepção de Material/Fornecedores”, figura 32.

The screenshot shows a web form for reporting a Non-Conformity (NC). The form includes fields for 'DATA DE DETEÇÃO' (22-08-2023), 'EMPRESA' (bysteel fs, s.a.), 'CATEGORIA' (Nenhum seleccionado), 'AREA' (Qualidade), 'OBRA' (Atribuir), and 'PEÇA' (Atribuir). The 'TIPO DE NC' dropdown menu is open, showing the following options: Nenhum seleccionado, Auditorias, Avaliação de satisfação do cliente, Recepção de Material/Fornecedores (highlighted), Reclamação do cliente, Resultado da Revisão do Sistema, Verificação de PIE/PMM, and Outros.

Figura 32 - Excerto da plataforma NCR – Tipo de NC

3. Escolhe-se a categoria – “Material não conforme”, figura 33, e a área a que corresponde a não conformidade – “Qualidade”, figura 34.

The screenshot shows the same NCR platform form as Figure 32, but with the 'CATEGORIA' dropdown menu open. The menu options are: Nenhum seleccionado, Erros administrativos/ Gestão da encomenda, Falta documentos, Material Entregue diferente do pedido, Material não conforme (highlighted), Incumprimento de identificação/rastreabilidade do material, and Embalamento do Material. The 'TIPO DE NC' dropdown is still set to 'Recepção de Material/Fornecedores'. The 'DEPARTAMENTO' and 'PLANO DE FABRICO' fields are also visible, both set to 'Nenhum seleccionado' and 'Atribuir' respectively.

Figura 33 - Excerto da plataforma NCR – categoria da NC

DATA DE DETEÇÃO
22-08-2023

EMPRESA
bysteel fs, s.a.

CATEGORIA
Material não conforme

AREA
Qualidade

TIPO DE NC
Recepção de Material/Fornecedores

SUBCATEGORIA
Nenhum seleccionado

DEPARTAMENTO
Nenhum seleccionado

PLANO DE FABRICO
Atribuir

FORNECEDOR / SUBEMPREENHEIRO

Nenhum seleccionado
Ambiente
Qualidade
Segurança

Figura 34 - Excerto da plataforma NCR – área

4. Seleciona-se a obra a que pertence o vidro não conforme, figura 35.

SELECIONAR OBRAS

rf-0033

RF-0033 - WORSHIP SQUAREUK

CANCELAR SELECIONAR

Figura 35 - Excerto da plataforma NCR – obra da NC

5. Posteriormente, insere-se o NIF e automaticamente o nome da empresa é preenchido. Aqui é também feita uma descrição detalhada da não conformidade, figura 36.

PEÇA
Atribuir

Nº PEDIDO
Astiglass SL

FORNECEDOR / SUBEMPREENHEIRO

NIF **NOME**

DESCRIÇÃO
Fornecedor: Astiglass
O vidro GL01_MV1 (638352) chegou às nossas instalações com descascamento da capa do vidro (linha vermelha) e com sujidade no interior (resíduos/ manchas).

ANEXOS
[Adicionar](#)

CORRIGIDO?
☐ Sim ☒ Não

É UMA NC PÓS OBRA?
☐ Sim ☒ Não

REGISTAR

Figura 36 - Excerto da plataforma NCR – descrição da NC

6. Por fim, é criada a não conformidade, presente no anexo 7.

Também existe uma secção para se analisar o estado atual da não conformidade, figura 37.

recolher

REGISTOS

A SUA CONTA DE UTILIZADOR NÃO POSSUI E-MAIL ATRIBUÍDO, ISTO IMPLICA QUE NÃO VÁ RECEBER NOTIFICAÇÕES DA PLATAFORMA. POR FAVOR CONTACTE O DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS PARA QUE DEFINA ESTA INFORMAÇÃO EM SAP ATRAVÉS DE TICKET.

Procurar Início Fim Tipo de nc Estado mais opções FILTRAR EXPORTAR

Lista

RF-0033 #NC-22 Pendente Recepção de Material/Fornecedores bysteel fs, s.a. WORKSHIP SQUARELUX Hoje às 15:03	BY-0132 #NC-4 Pendente Recepção de Material/Fornecedores bysteel fs, s.a. DROMWEL FRANÇA sexta-feira às 08:14	RF-0044 #NC-6 Pendente Recepção de Material/Fornecedores bysteel fs, s.a. SMEG quinta-feira às 09:46	BY-0132 #NC-3 Pendente Recepção de Material/Fornecedores bysteel fs, s.a. DROMWEL FRANÇA 10 Agosto às 14:36
BY-0127 #NC-33 Pendente Outros - NC Montagem Extension bysteel fs, s.a. LIGHTEWELL FRANÇA 09 Agosto às 14:24	BY-0132 #NC-2 Pendente Recepção de Material/Fornecedores bysteel fs, s.a. DROMWEL FRANÇA 09 Agosto às 08:14	RF-0033 #NC-21 Pendente Recepção de Material/Fornecedores bysteel fs, s.a. WORKSHIP SQUARELUX 07 Agosto às 17:53	RF-0044 #NC-5 Pendente Outros - pedidos de compra com colag... bysteel fs, s.a. SMEG 31 Julho às 11:37
RF-0044 #NC-4 Pendente Recepção de Material/Fornecedores bysteel fs, s.a. SMEG 27 Julho às 08:46	RF-0012 #NC-46 Pendente Recepção de Material/Fornecedores bysteel fs, s.a. BERKLEY HOTEL 21 Julho às 15:32	RF-0037 #NC-37 Pendente Recepção de Material/Fornecedores bysteel fs, s.a. GRAND IDAFRANÇA 19 Julho às 16:13	RF-0037 #NC-36 Pendente Recepção de Material/Fornecedores bysteel fs, s.a. GRAND IDAFRANÇA 19 Julho às 15:35

1 / 90 →

Figura 37 - Excerto da plataforma NCR – Estado atual da NC

Para fechar uma não conformidade, é necessário preencher informação relativa à sua resolução, como a indicação do responsável, data de resolução, ações corretivas, informação sobre os custos, que depende se a “culpa” foi da própria empresa ou do fornecedor e, no caso de ser do último, o custo é 0€. Na presente situação, está em análise se a não conformidade é aceite pelo cliente.

The screenshot shows a web form titled 'RESOLUÇÃO?' with two radio buttons: 'Sim' (selected) and 'Não'. Below this is a section 'DATA PARA RESOLUÇÃO' containing two input fields: 'RESPONSÁVEL' (with a user icon and a dropdown arrow) and 'RESOLUÇÃO' (with a calendar icon). Below these is a large text area labeled 'AÇÃO DE CORREÇÃO'. At the bottom of this section is a button labeled 'ANEXOS' with a plus icon and the text 'Adicionar'. A 'GUARDAR' button is located at the bottom right of the form.

Figura 38 - Excerto da plataforma NCR – resolução da NC

The screenshot shows a web form titled 'CUSTOS'. It has a section 'VALORES' with two input fields: 'Custo' and 'Valor (€)', followed by a plus icon. Below this is a label 'TOTAL: 0 €'. At the bottom of the form is a large text area labeled 'OBSERVAÇÕES'. Two buttons are at the bottom right: 'GUARDAR E CONCLUIR' (with a green checkmark icon) and 'GUARDAR'.

Figura 39 - Excerto da plataforma NCR – custos da NC

Por fim, preenche-se as causas e algumas informações, caso se revelem pertinentes, figura 40.

The screenshot shows a web form titled "CAUSAS" in green text. Below the title, there is a section labeled "MOTIVOS" in bold. Under "MOTIVOS", there is a text input field containing the word "Causa" and a blue circular button with a white plus sign. Below this, there is a section labeled "OBSERVAÇÕES" in bold, followed by a large, empty text area with a small icon in the bottom right corner. At the bottom right of the form, there are two buttons: a light green button with a checkmark icon and the text "GUARDAR E CONCLUIR", and a dark blue button with the text "GUARDAR".

Figura 40 - Excerto da plataforma NCR –causas da NC

6. CHECK

Neste capítulo, é descrito o controlo de qualidade no *Worship Square* e são indicadas as propostas de melhoria relativamente aos problemas indicados anteriormente.

6.1 Controlo de qualidade *Worship Square*

O *Worship Square* é um dos edifícios de escritórios mais sustentáveis, inteligentes e saudáveis de Londres. O resultado será o apresentado na figura 41.



Figura 41 - *Worship Square*

A primeira fase do controlo de qualidade teve início na montagem e testes dos protótipos dos módulos, com o objetivo de analisar a sua montagem e assim detetar possíveis problemas que poderiam ocorrer durante a sua montagem. Posteriormente, no começo efetivo da produção, o controlo de qualidade começou pela verificação das travessas, montantes e chapas, antes da sua montagem.

Todo este controlo de qualidade relatou-se, semanalmente, num relatório que continha a situação atual do processo produtivo, informando, desta maneira, várias entidades sobre o decorrer da produção, figura 42.

	PEP	O.F.	Designation	Façade Type	Current situation
Manufacturing processes	RF0033	PF L121	Fixed Frames	Façade 6b	100%
	RF0033	PF-1722-OP01	Anodized Plates	Façade 6b	100%
	RF0033	PMU	Prototype modules	-	100%
	RF0033	PF-F1135-2	Façade	Façade 2a	100%
	RF0033	PF-K311	Façade	Façade 5	90%
	RF0033	PF-C4571.1P	Terracota structure	Façade 1a	40%
	RF0033	PF-C4571.2P	Terracota structure	Façade 1a	40%
	RF0033	PF-C4571.3P	Terracota structure	Façade 1a	40%
	RF0033	PF-C4571.4P	Terracota structure	Façade 1a	20%
	RF0033	PF-C4571.6P	Terracota structure	Façade 1a	20%
	RF0033	PF-C412	Modules	Façade 1a	40%

Figura 42 – Tabela do relatório com a situação atual de produção

Cada processo de fabrico verificado regista-se num documento Excel de controlo de qualidade. Este documento existe para Fachadas – Mod.113, Caixilharia – Mod.004 e Chapas – Mod.114.

O anexo 8 contém o Mod.113, referente a uma fachada, no qual se registam todas as peças da fachada, a quantidade total de cada uma, comprimento teórico, comprimento real e se as máquinas, vedantes, acessórios e inspeção visual estão “OK” ou “NOT OK”. No fim, coloca-se a data de verificação.

O anexo 9 apresenta o Mod.004, referente a caixilhos, no qual se registam todas as peças do caixilho, a sua largura, altura e se as máquinas, colocação de acessórios, inspeção visual do vidro e inspeção visual final estão “OK” ou “NOT OK”. No fim, coloca-se a data de verificação.

O anexo 10 refere-se ao Mod.114, relativo a chapas, no qual se registam todas as chapas, a sua quantidade total, largura e altura real e teórica, e se as máquinas, quinagem e inspeção visual final estão “OK” ou “NOT OK”. No fim, coloca-se a data de verificação.

Todo o processo produtivo de montagem dos módulos é devidamente acompanhado e verificado. A tipologia do módulo pode ser, apenas terracotta, terracotta + vidro, vidro + chapa ou apenas chapa. Em alguns dos módulos, foi necessária a aplicação de *Siderise*, um componente de aplicação obrigatório em fachadas, contra incêndios. Para a realização do controlo de qualidade da aplicação deste componente, foi necessário a realização de uma formação. Na figura 43, estão registos capturados durante a mesma.

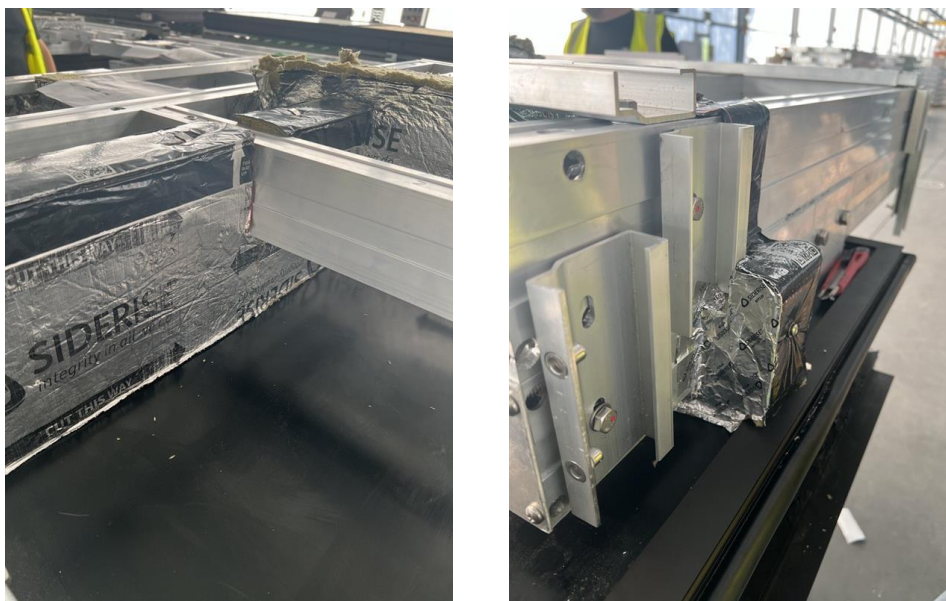


Figura 43 - Aplicação de Siderise

Foi realizada uma verificação minuciosa aos vidros, devido à elevada deteção de anomalias. Assim, decidiu-se fazer uma verificação individual aos mesmos, seguindo uma norma ajustada com os requisitos do cliente.



Figura 44 - Vidros em cavaletes para inspeção

A cada vidro não conforme, colou-se um círculo vermelho e fez-se o registo fotográfico de cada defeito e referência do vidro, para se proceder a uma reclamação. Na figura 45, está um exemplo de um defeito detetado - resíduos pontuais na zona E. Cada vidro foi registado num Excel de registo das não conformidades dos vidros, onde é indicado a referência do vidro, o seu número único, quantidade, descrição do defeito, tipologia da fachada, data de reposição e observações, apêndice 6. Neste sentido, elaborou-se uma *checklist* específica, presente no anexo 11.



Figura 45 - Não conformidade vidro - resíduos pontuais na zona E

Com este registo, fez-se um estudo acerca das não conformidades mais recorrentes da tipologia de vidro T1A e T1B.

T1A:

Tabela 7 - Número de ocorrências de cada tipo de defeito nos vidros T1A

		NÚMERO DE OCORRÊNCIAS
TIPOS DE DEFEITOS	Quantidades e Referência	0
	Largura e Comprimento	0
	Espessura	0
	Diagonal	0
	Descascamento da capa nas superfícies 2 e 3	5
	Decalagem	0
	Defeitos pontuais	18
	Resíduos (pontuais e manchas)	15
	Riscos	26
	Linhas de cabelo	0
	Partido	2

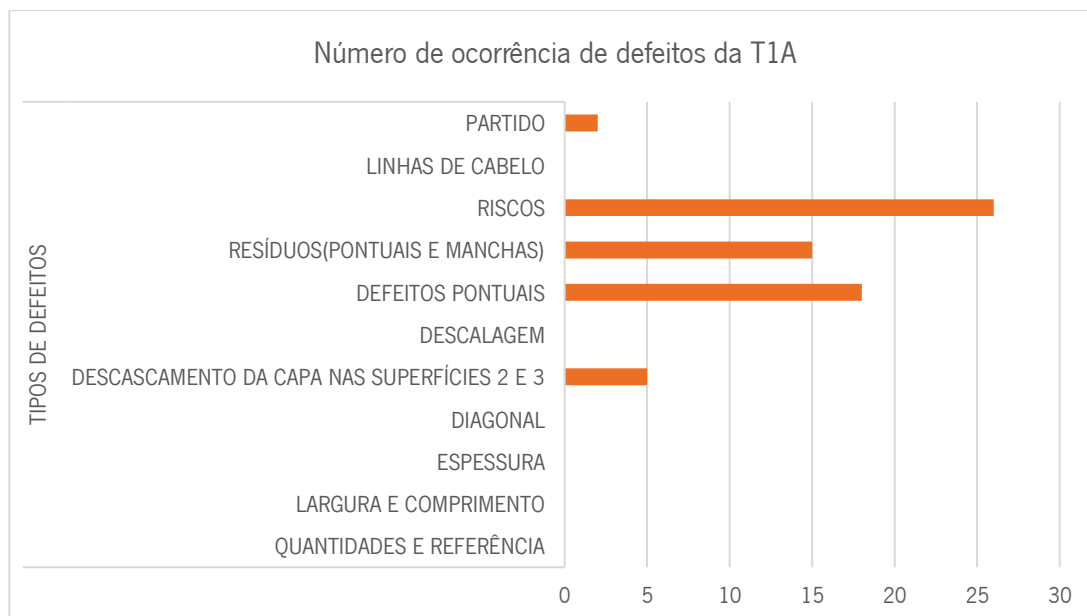


Figura 46 - Gráfico de barras com o número de ocorrência de defeitos da T1A

Após a análise do gráfico, foi possível constatar que o defeito predominante são os riscos, com uma taxa de, aproximadamente, 39% da taxa de defeitos, seguindo-se os defeitos pontuais com, aproximadamente, 27% da taxa de defeitos.

T1B:

Tabela 8 - Número de ocorrências de cada tipo de defeito nos vidros T1B

		NÚMERO DE OCORRÊNCIAS
TIPOS DE DEFEITOS	Quantidades e referência	0
	Largura e comprimento	0
	Espessura	0
	Diagonal	0
	Descascamento da capa nas superfícies 2 e 3	24
	Decalagem	0
	Defeitos pontuais	19
	Resíduos (pontuais e manchas)	19
	Riscos	27
	Linhas de cabelo	0
	Partido	3

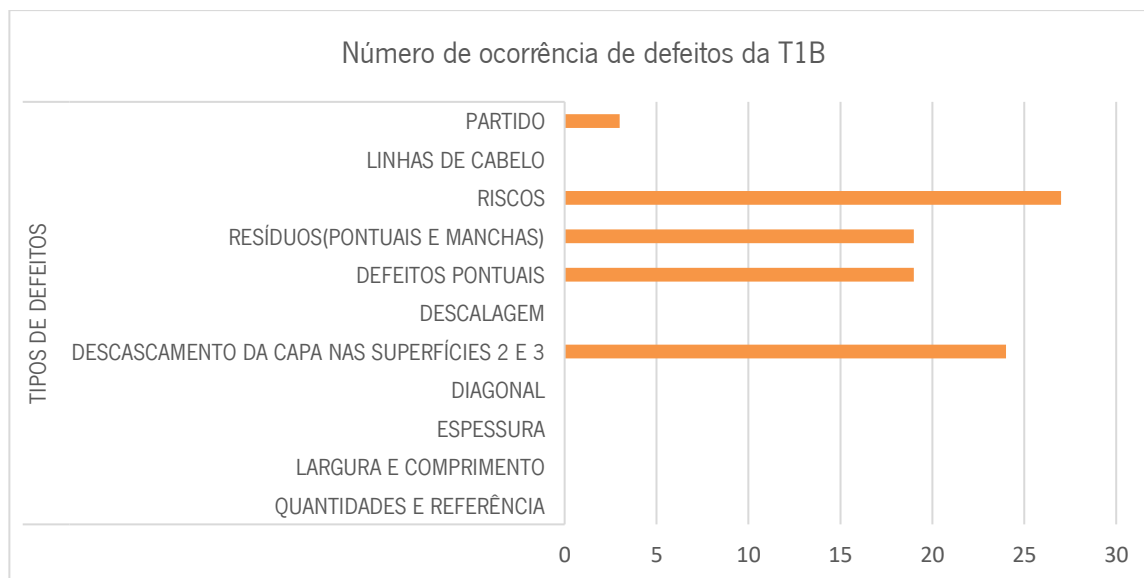


Figura 47 - Gráfico de barras com o número de ocorrência de defeitos da T1B

Relativamente a esta tipologia, observa-se que o defeito predominante são, também, os riscos com uma taxa de, aproximadamente, 29% da taxa de defeitos, seguindo-se o descascamento da capa nas superfícies 2 e 3 com, aproximadamente, 26% da taxa de defeitos.

Como verificado, o defeito dominante nas duas tipologias do vidro são os riscos. Assim, decidiu-se realizar uma análise relativamente às causas raiz deste defeito, através da elaboração de um diagrama de causa e efeito, figura 48.

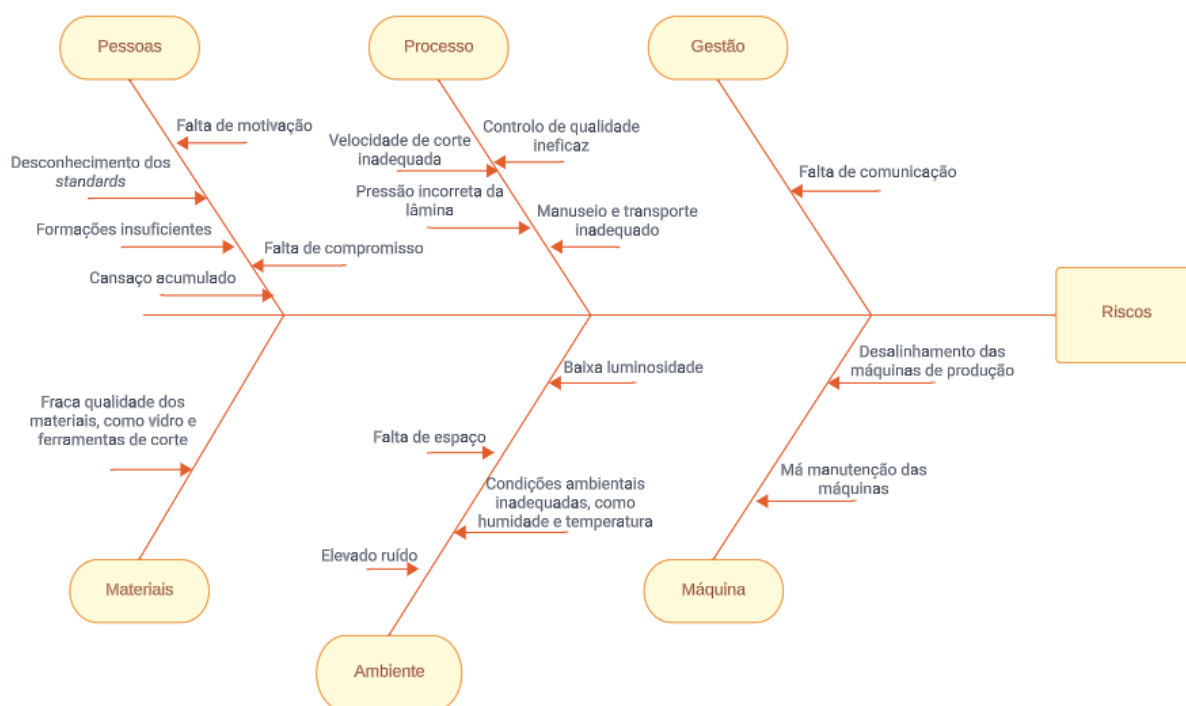


Figura 48 - Diagrama de causa e efeito para o tipo de NC riscos

Algumas das causas identificadas neste diagrama com maior relevância foram os processos de produção como a pressão incorreta da lâmina ou a velocidade de corte inapropriada; a mão-de-obra, resultante de erros de medição ou cálculo por parte dos trabalhadores; os equipamentos e o ambiente de trabalho.

Outra matéria-prima que exigiu uma verificação minuciosa foi a terracotta. Neste sentido, procedeu-se à sua inspeção seguindo uma instrução de trabalho, anexo 12.

Analisaram-se as primeiras 66 telhas não conformes, com a finalidade de se perceber a não conformidade mais recorrente.

Tabela 9 - Número de ocorrências de cada tipo de defeito nas telhas

		NÚMERO DE OCORRÊNCIAS
TIPOS DE DEFEITOS	Pigmentação	3
	Ponto de tonalidade	4
	Linha	0
	Bolhas	0
	Bolhas abertas	3
	Pontos pretos	28
	Pontos azuis	0
	Pequenos fragmentos	1
	Lascado na borda do corte	0
	Arranhões	0
	Lascas no vidrado	2
	Pintura a descascar	3
	Inclusão	6
	Pequena concavidade	3
	Curvatura central + 4,5 mm	10
	Amassada	1
	Partido	2

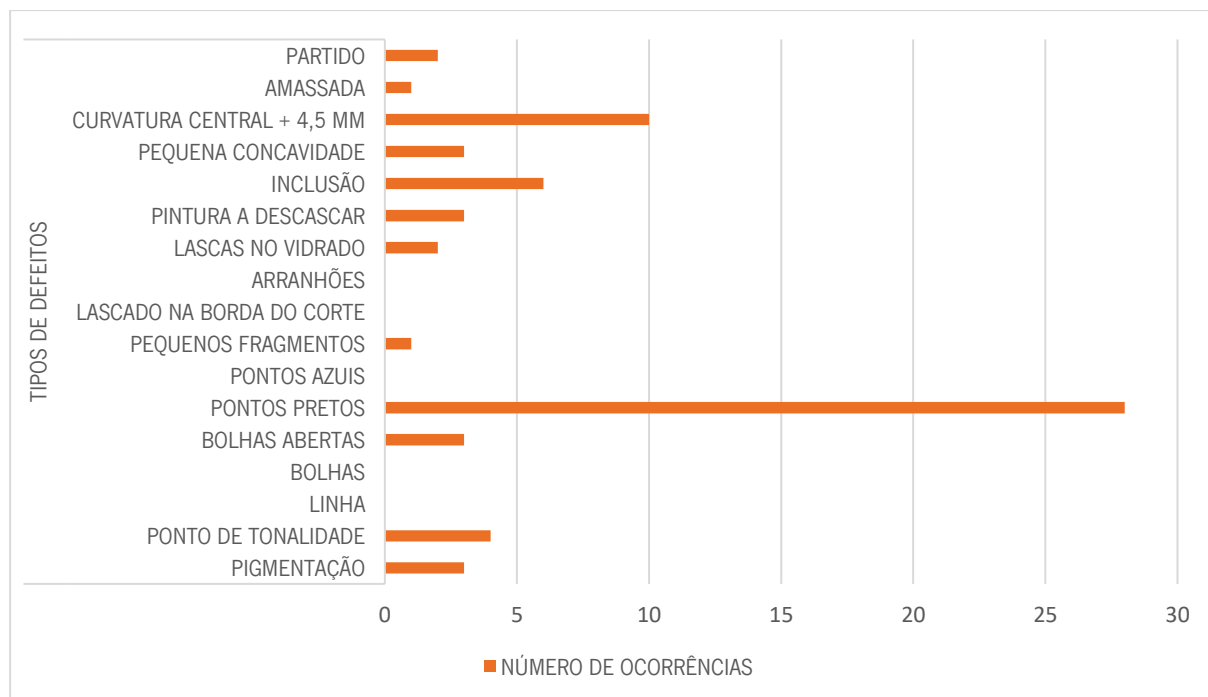


Figura 49 - Gráfico de barras com o número de ocorrência de cada tipo de defeito nas telhas

Com este gráfico, consegue-se constatar que o defeito “pontos pretos” é predominante constituindo, aproximadamente, 42% da taxa de defeitos, seguindo-se o defeito “curvatura central + 4,5mm”, com uma taxa de defeitos de, aproximadamente, 15%.

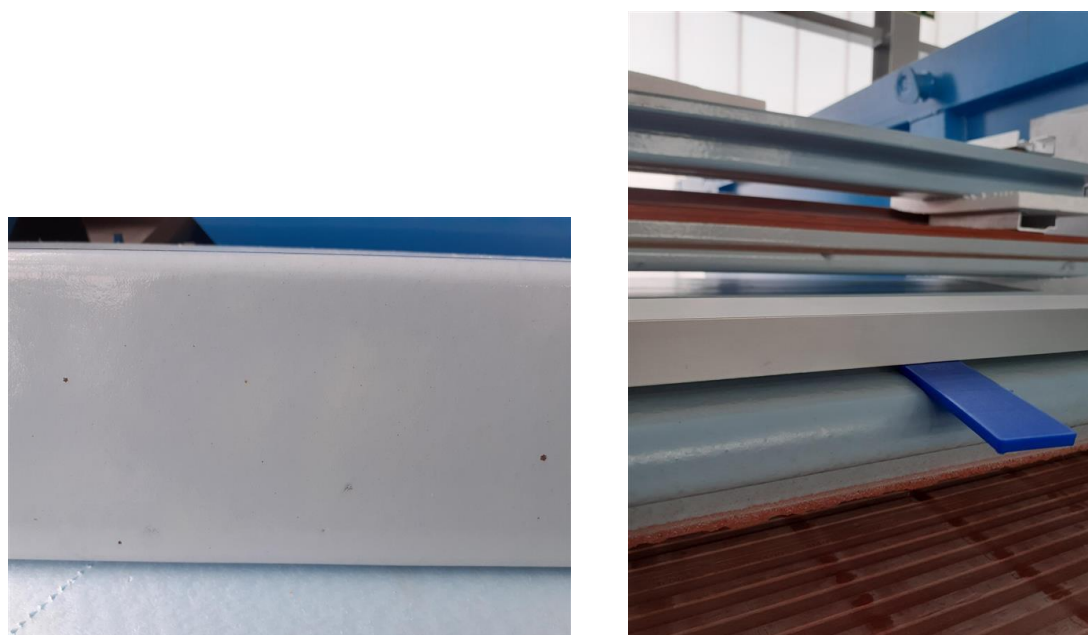


Figura 50 - Pontos pretos nas telhas e curvatura central+4.5mm, respetivamente

Por último, dá-se atenção ao embalamento em boxes dos módulos, para seguirem para obra, figura 51.



Figura 51 - Preparação boxes para expedição

6.2 Propostas de ações de melhoria

1. Elaboração e implementação de uma *checklist* de verificação dos módulos e prevenção de não conformidades

Com o intuito de garantir a qualidade dos módulos produzidos, propôs-se a elaboração de uma *checklist*, com todos os detalhes importantes a verificar nos módulos, e também a elaboração de etiquetas de identificação para se colarem aos mesmos, no sentido de em obra facilitar a sua identificação e para o caso de ocorrer alguma complicação.



Figura 52 - Módulos a verificar

2. Implementação de melhorias na plataforma de controlo de qualidade, no chão de fábrica

A plataforma de CQ é onde ocorrem todos os registos de qualidade no chão de fábrica. A mesma carece de melhorias em vários parâmetros. Após uma análise, encontraram-se três oportunidades de melhoria, uma é relativa aos tipos de operadores, na qual a mesma não está adequada aos tipos de operadores da *Bysteel/ fs*, mas apenas aos operadores da *Bysteel/ SA*. Como apresentado na seguinte figura 53.

Figura 53 - Excerto da plataforma CQ - lista de trabalhadores

Neste caso, seria necessário adicionar os tipos de operadores da *Bysteel/ fs*, ou seja, adicionar operador CNC, serralheiro, logística de receção e logística de expedição.

Outro parâmetro sujeito a melhoria é na secção dos processos a verificar, no qual se tem de carregar um ficheiro Excel para a plataforma fazer uma extração dos dados. Este ficheiro que é necessário elaborar é retrabalho, uma vez que essa informação já está contida noutros Excel elaborados.

Por último, dentro da plataforma, no plano de fabrico na secção “a verificar”, está em falta uma secção para fazer o *upload* de fotografias, à medida que as peças são verificadas, garantindo que o processo foi verificado.

Após o levantamento de oportunidades de melhoria, reuniu-se com a entidade responsável pela modificação da plataforma, a *Innovation Point* – Investigação e Desenvolvimento, para dar início às modificações propostas.

3. Organização do espaço logística de expedição

A organização do espaço da logística de expedição é fundamental, para garantir uma entrega eficiente e minimizar o tempo despendido à procura do material. Nesta medida, sugere-se que o material seja separado por tipologia ou obra, através da criação de espaços exclusivos para cada obra. Estes devem estar devidamente sinalizados. É importante que esta organização seja contínua e adaptada às necessidades em constante evolução da empresa.

4. Criação de uma caixa anónima de sugestões

A implementação de uma caixa anónima de sugestões serve para incentivar a participação de todos os trabalhadores na melhoria dos processos da empresa, sem a barreira de medo de dar a sua entidade. Esta irá promover um ambiente de trabalho mais inclusivo, onde todos se sentem à vontade para contribuir com ideias, pode ser uma valiosa fonte de inovação e melhoria contínua.

7. ACT

O presente capítulo apresenta e explora os resultados e discussões decorrentes das melhorias implantadas no processo produtivo.

7.1 Resultados e Discussões

A *checklist* elaborada teve a seguinte configuração apresentada no apêndice 7. Foi preenchida uma para cada módulo, à medida que se colocava uma etiqueta de identificação única, como apresentada na figura 54.

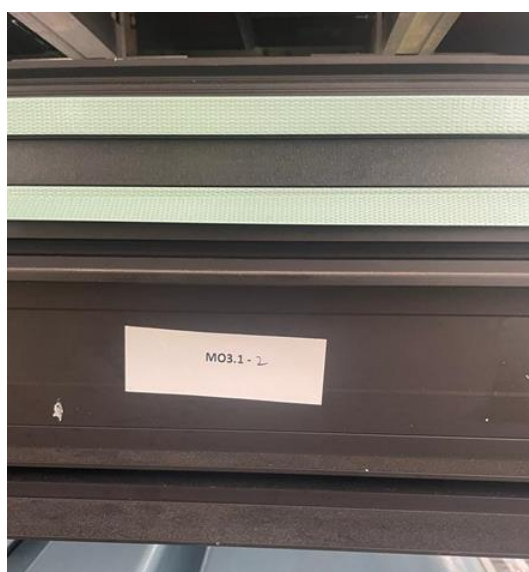


Figura 54 - Etiqueta de identificação individual

A *checklist* serve para verificar se todas as mecanizações, ligações e assemblagens estão corretas. Posteriormente, foi acrescentada à *checklist* a verificação da instalação de *Siderise*, verificando-se os painéis verticais e horizontais, quando aplicados assim como, as juntas, cantos, pequenos espaços e entalhes. A figura 55 contém um dos registos de verificação da *Siderise*.



Figura 55 - Registo verificação Siderise

O uso desta ferramenta permitiu uma identificação das não conformidades, mais eficaz, sendo as mesmas identificadas e resolvidas, praticamente, em tempo real, evitando possíveis atrasos na produção.

Como a *checklist* foi elaborada no início do processo produtivo, não foi realizada a quantificação do tempo de verificação do módulo antes de ser implementada, sendo que só existem os tempos de verificação dos módulos após a implementação desta *checklist*, em que, no início, eram de, aproximadamente, 10 minutos, mas após 2 meses de uso, passou para, aproximadamente, 8 minutos de tempo despendido de verificação do módulo, representando uma poupança de 2 minutos por módulo verificado.

Relativamente às melhorias implementadas na plataforma de controlo de qualidade, após reuniões com a *Innovation Point*, chegou-se à conclusão que, para a melhoria ser implementada sobre os tipos de operadores, seria necessário todos estarem registados na plataforma com o respetivo cargo. Neste sentido, foi atribuído um cargo para cada operador.

Segue o seguinte exemplo:

Foi criado um cargo designado como “*Operator*”. Testou-se com a trabalhadora Yara. Começou-se por editar as permissões na plataforma e atribuiu-se o cargo de “*Operator*” à mesma. Posteriormente, foi iniciada uma nova verificação do processo de fabrico, no qual na secção “Lista de trabalhadores”, quando se escolhe o tipo de operador e se seleciona “*Operator*”, automaticamente aparece o nome da trabalhadora Yara.

Figura 56 - Excerto da plataforma CQ - Cargo "Operator"

No que se refere à proposta de melhoria de adição de uma secção de *upload* de fotografias, o resultado foi o seguinte:

Na secção “a verificar”, quando se inicia a verificação de uma peça, é necessário mencionar se a peça está “OK” ou “NOK”.

Figura 57 - Excerto da plataforma CQ - Verificação

Em seguida, aparece a secção para anexar fotografias da peça. Esta surge, uma vez que é importante a posse de fotografias de cada peça, quer esteja conforme ou não conforme.



Figura 58 - Excerto da plataforma CQ - Anexar imagens

Esta implementação proporcionou uma grande satisfação por parte dos usuários, aumentando a sua usabilidade.

Atualmente, quando se registra a verificação de um novo processo, a mesma já é mais completa, incluindo fotografias e a identificação correta do operador, tornando o processo de registro de qualidade mais intuitivo, aumentando a adesão à plataforma.

8. CONCLUSÕES

Este projeto de dissertação teve como principal finalidade a análise e implantação de melhorias no processo produtivo e o controlo de qualidade no fabrico de fachada modular, numa empresa dedicada à produção de fachadas e revestimentos arquitetónicos de edifícios.

Numa fase inicial, foi realizada uma avaliação da situação atual da empresa, abrangendo as várias secções da organização: logística de receção; centro de operações principais; centro de operações secundárias; centro de caixilharia e fachada; logística de preparação para expedição; logística de expedição. Durante esta investigação, foram examinados todos os métodos de trabalho, materiais, pessoas e fluxos de informação. Como resultado desta avaliação, foram identificados três problemas: a deteção de não conformidades durante a montagem dos módulos; a falta de desenvolvimento da plataforma de controlo de qualidade no chão de fábrica e a desorganização sentida no espaço da logística de expedição.

Com a situação atual compreendida e estudada, foram propostas soluções para esses problemas, que consistiram na elaboração de uma *checklist* de verificação dos módulos e prevenção de não conformidades; implementação de melhorias na plataforma de CQ; proposta de organização do espaço dedicado à logística de expedição e criação de uma caixa anónima de sugestões. No entanto, devido a limitações de tempo de duração do estágio, de seis meses, apenas duas sugestões puderam ser implementadas.

Neste estudo, foi seguida a metodologia *PDCA*, que demonstrou ser uma ferramenta poderosa na pré-fabricação de módulos, pois promoveu um profundo conhecimento dos processos. A participação ativa de todos os colaboradores na resolução de não conformidades teve um papel crucial na concretização deste projeto.

O uso de ferramentas da qualidade foi fulcral, uma vez que permitiu a identificação de fatores críticos para a compreensão dos fenómenos em investigação, que impactaram significativamente na formulação de recomendações de melhoria.

Em suma, pode-se afirmar que os objetivos propostos inicialmente foram alcançados. Foi um projeto desafiante, que exigiu uma abordagem cuidadosa e metódica, para identificar, analisar e resolver problemas no processo produtivo da empresa.

8.1 Recomendações para trabalho futuro

Segue-se a identificação de propostas para trabalho futuro, como forma de complemento ao trabalho desenvolvido.

1- Automatização do processo de integração de dados na plataforma de controlo de qualidade.

Relativamente a uma proposta de melhoria sobre a plataforma de CQ, acerca do retrabalho na realização de um novo Excel, na reunião com a *Innovation Point*, decidiu-se que a solução passaria por cruzar os dados com o Excel do Planeamento, exigindo uma automatização do processo para a seleção dos dados relevantes, eliminando a necessidade de duplicação de trabalho. Esta proposta não foi possível de executar, devido à limitação de tempo de duração do estágio.

2- Implementação de um sistema de notificação automática para os fornecedores.

Com o intuito de uma resolução eficiente das não conformidades, nos materiais recebidos dos fornecedores, recomenda-se a investigação da criação de um sistema de notificação automática para os fornecedores no caso de não conformidades detetadas, durante a receção de materiais. Pois, um dos problemas enfrentados foi a rejeição de reclamações, pela expiração de prazos dedicados a esse efeito.

Este sistema permitiria a comunicação imediata com os fornecedores, acelerando a resolução e substituição dos materiais não conformes. A sua implementação permitiria um contacto proativo com os fornecedores, reduzindo o tempo de inatividade e a interrupção da produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

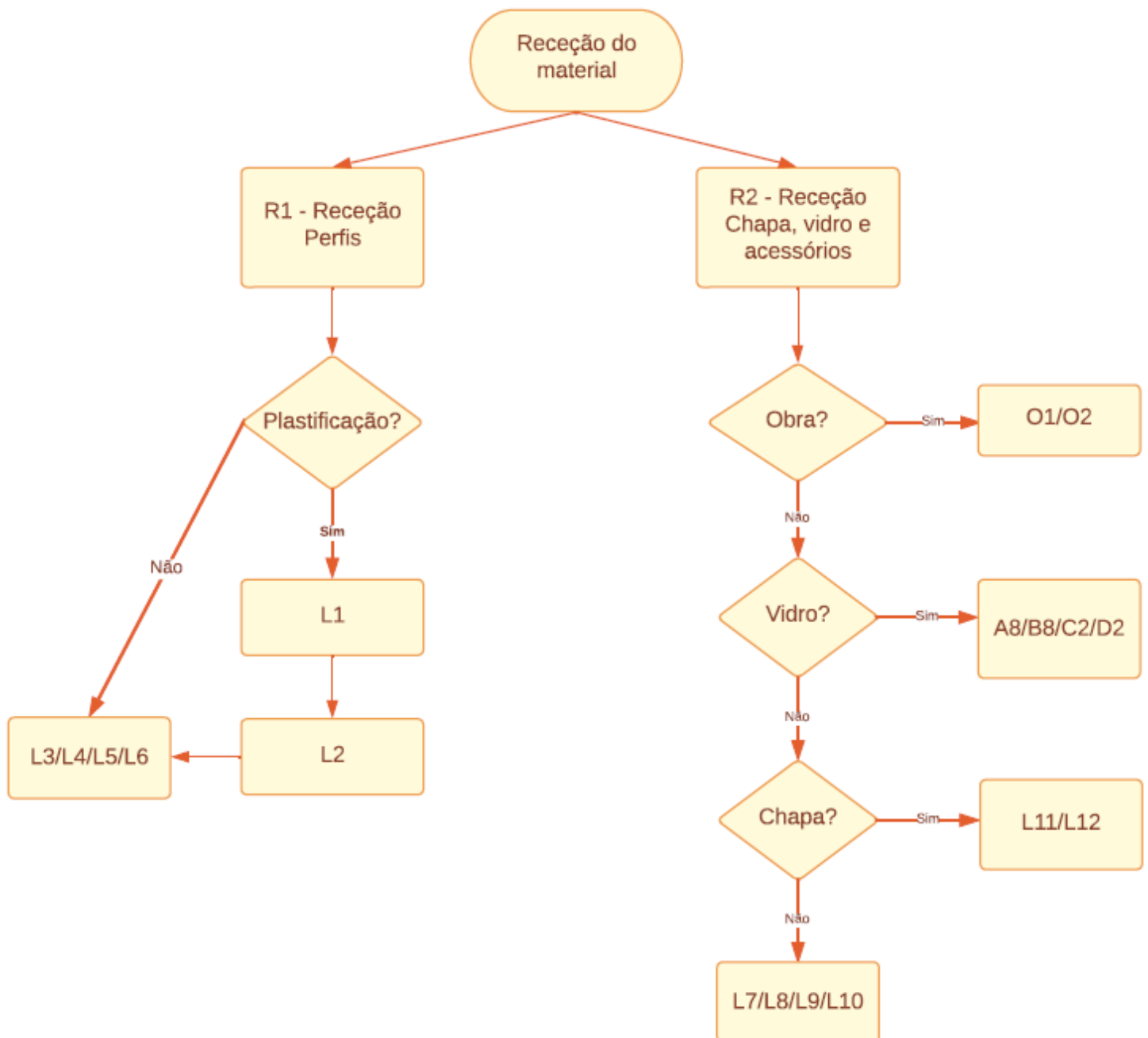
- Almeida, H. S. de, & Toledo, J. C. de. (1992). Qualidade total do produto. *Production*, 2, 21–37.
- Alves, Â. G. F. de G. (2021). *Desenvolvimento e análise de um sistema modular para a construção de edifícios*. University of Minho.
- Andrade, P. (2010). *Structural Assessment and Optimization of the Modular System of a Student Residential Building in Luleå and Coimbra: Affordable Houses Project*.
<https://www.researchgate.net/publication/308166286>
- APCER. (2015). *ISO9001:2015*.
- Manual de Boas Práticas: Ferramentas de apoio à Inovação Empresarial, (2018).
- Arveson Paul. (n.d.). *The Deming Cycle*. Retrieved October 15, 2023, from
<https://balancedscorecard.org/bsc-basics/articles-videos/the-deming-cycle/>
- ASQ. (2023). *Quality Glossary*. <https://asq.org/quality-resources/quality-glossary>
- Bamford, D. R., & Greatbanks, R. W. (2005). The use of quality management tools and techniques: A study of application in everyday situations. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 22(4), 376–392. <https://doi.org/10.1108/02656710510591219>
- Bertram, N., Fuchs, S., Mischke, J., Palter, R., Strube, G., & Woetzel, J. (2019). *Modular construction: From projects to products*.
- Bowen, D. E., & Dean, J. W. (1994). *Management Theory and Total Quality: Improving Research and Practice through Theory Development* (Vol. 19). Academy of Management.
- bysteel. (n.d.). *AF_Brochura_bysteel_210x294cm_PT_FINAL_DG*.
- Campos, F. (2015). *A QUALIDADE DO INSTRUTOR EM ATIVIDADES DE GRUPO DE FITNESS*.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1673.8804>
- Cerqueira, J. S. A. (2022). *Implementação de uma metodologia de formação para a melhoria da qualidade de atividades operacionais manuais numa empresa da indústria automóvel*.
- Costa, S. P. Â. Da. (2013). *Passos para a implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade numa Instituição de Ensino Superior*.

- Costa, J. A. (2013). *Construção Prefabricada-Análise da Utilização da Prefabricação nas Várias Etapas do Processo Construtivo*.
- Coutinho, J. C. de M. (2013). *Melhoria contínua numa empresa do ramo automóvel*. Universidade de Aveiro.
- CT 80 (APQ). (2015). *Norma Portuguesa EN ISO 9001:2015*.
- De Sande, P., & Lemos Costa, M. (n.d.). *A QUALIDADE = EVOLUÇÃO DO CONCEITO =*.
- Deming, W. E. (2018). *Out of the Crisis, reissue*. MIT press.
- Doshi, P. J. A., Kamdar, J. D., Jani, P. S. Y., & Chaudhary, P. S. J. (2012). Root Cause Analysis Using Ishikawa Diagram For Reducing Radiator Rejection. *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, 684–689.
- Faye, H., & Falzon, P. (2009). Strategies of performance self-monitoring in automotive production. *Applied Ergonomics*, 40(5), 915–921. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2009.01.005>
- Ferreira, S. (2020). *ByModuls: industrialização da fabricação off-site de módulos pré-fabricados a aplicar na construção modular de edifícios e habitações*.
- Fonseca, L. (2015). From Quality Gurus and TQM to ISO 9001: 2015: a review of several quality paths. *International Journal for Quality Research (IJQR)*, 9(1), 167–180.
- Generalova, E. M., Generalov, V. P., & Kuznetsova, A. A. (2016). Modular Buildings in Modern Construction. *Procedia Engineering*, 153, 167–172. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.098>
- Gogus, A. (2012). Brainstorming and Learning. In N. M. Seel (Ed.), *Encyclopedia of the Sciences of Learning* (pp. 484–488). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_491
- Gomes, P. J. P. (2004). A evolução do conceito de qualidade: dos bens manufacturados aos serviços de informação. *Cadernos Bad*, 2004(2), 6–18.
- Hagemeyer, C., Gershenson, J. K., & Johnson, D. M. (2006). Classification and application of problem solving quality tools: A manufacturing case study. *TQM Magazine*, 18(5), 455–483. <https://doi.org/10.1108/09544780610685458>
- Hekmatpanah, M. (2018). The application of cause and effect diagram in the oil industry in Iran: The case of four liter oil canning process of Sepahan Oil Company. *African Journal of Business Management*.

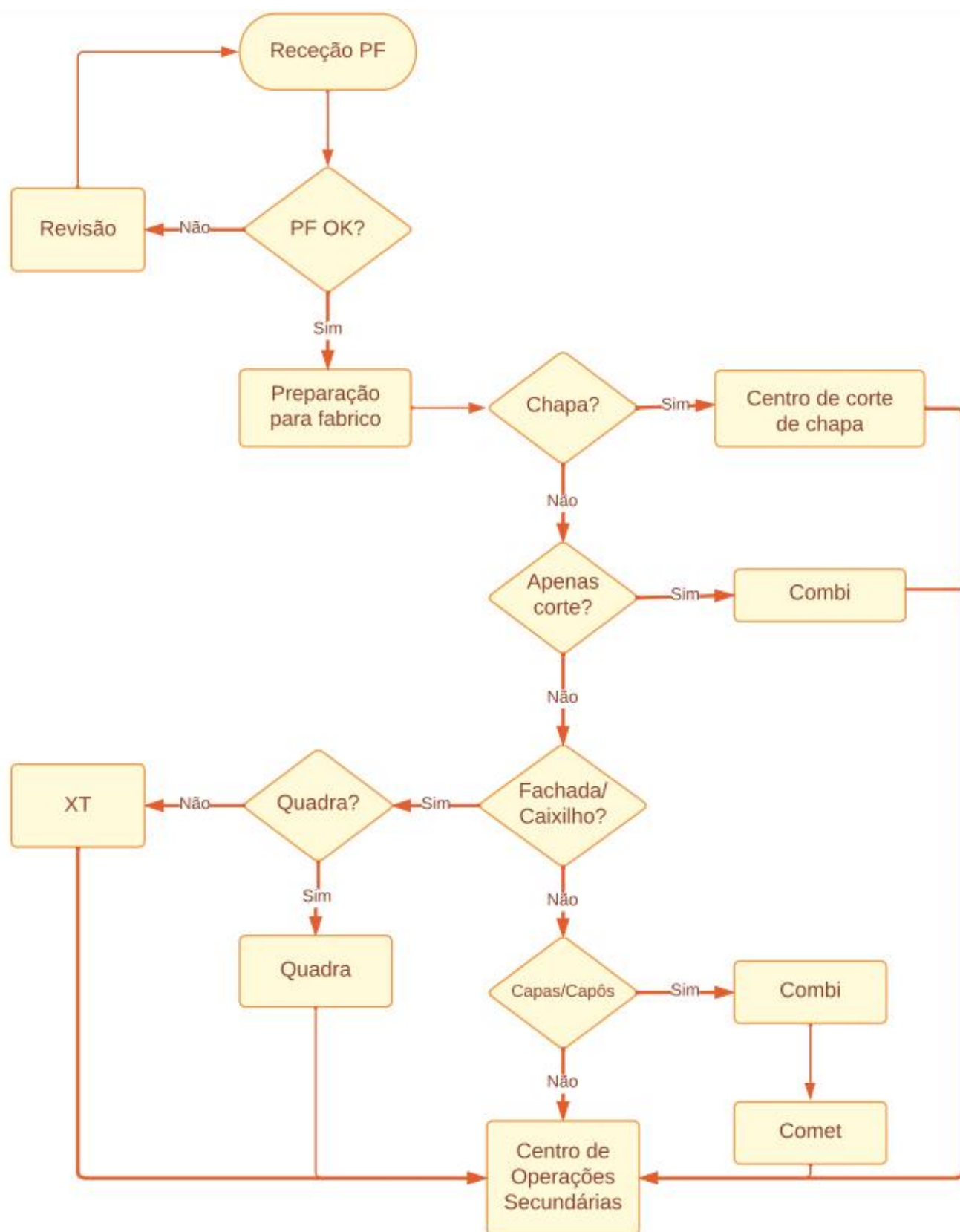
- Hövels, J. (2007). *The Open Modular Façade Concept*.
- Hurmuzan, S., & Al-Samarraie, H. (2017). *A review of brainstorming techniques in higher education*.
- Ishikawa, K. (1985). *What is total quality control? The Japanese way*. Prentice Hall.
- JURAN. (n.d.). Retrieved October 15, 2023, from <https://www.juran.com/about-us/dr-jurans-history/>
- Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (1998). *Juran's quality handbook* (J. M. Juran & A. B. Godfrey, Eds.; Fifth Edition).
- Kalthoum, A. (2019). *Aluminium façades in modern construction*.
- Kamrani, S. S. (2002). *Product design for modularity*.
- Kolarik, W. J. (1999). Creating quality: process design for results. *(No Title)*.
- McQuater, R. E., Scurr, C. H., Dale, B. G., & Hillman, P. G. (1995). Using quality tools and techniques successfully. *The TQM Magazine*, 7(6), 37–42.
- Ochoa, C. E., & Capeluto, I. G. (2009). Advice tool for early design stages of intelligent facades based on energy and visual comfort approach. *Energy and Buildings*, 41(5), 480–488. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2008.11.015>
- Ozeki, K., & Asaka, T. (1990). *Handbook of Quality Tools–The Japanese Approach–Japanese Standards*.
- Pires António Ramos; Saraiva Margarida; Rosa Álvaro. (2012). *TMQ, Techniques, Methodologies and Quality – N.º 3*.
- Reis, A. (2020). *A construção modular como solução em edificações*.
- Ribeiro, R. Â. B. L. de S. (2018). *Análise e monitorização das técnicas de construção: aplicação na construção de um pavilhão industrial na área dos laticínios*. Universidade do Minho.
- Roldão, V. S., & Ribeiro, J. S. (2007). Gestão das Operações: Uma abordagem integrada. *Editora Monitor, Lisboa*.
- Romano, D. R. V. (2015). *Implementação de procedimentos de autocontrolo numa empresa de produção de carroçarias*.
- Rot, G. (1998). Self-control, keeping track, responsibility. *Sociologie Du Travail*, 40(1), 5–20. <https://doi.org/10.3406/sotra.1998.1307>
- Sacht, H. M. (2013). *Módulos de fachada para reabilitação Eco-Eficiente de Edifícios*.

- Sacht, H. M., Bragança, L., Almeida, M., & Caram, R. (2015). Glazing daylighting performance and Trombe wall thermal performance of a modular façade system in four different Portuguese cities. *Indoor and Built Environment*, 24(4), 544–563. <https://doi.org/10.1177/1420326X14525976>
- Seleme, R. (2008). *Controle da qualidade: as ferramentas essenciais*. Editora Ibipex.
- Soković, M., Jovanović, J., Krivokapić, Z., & Vujović, A. (2009). Basic quality tools in continuous improvement process. *Journal of Mechanical Engineering*, 55(5), 1–9.
- Sokovic, M., Pavletic, D., KERN Pipan, K., Sokovic, M., Pavletic, D., & Kern Pipan, K. (2010). Quality Improvement Methodologies-PDCA Cycle, RADAR Matrix, DMAIC and DFSS. In *Article in Journal of Achievements of Materials and Manufacturing Engineering* (Vol. 43, Issue 1). www.journalamme.org
- Tarí, J. J., & Sabater, V. (2006). Human aspects in a quality management context and their effects on performance. *The International Journal of Human Resource Management*, 484–503.
- Teixeira, A., & Saraiva, M. (2009). *A Qualidade numa Perspectiva Multi e Interdisciplinar* (Edições Sílabo).
- Vilar, C. S. N. (2013). *Implementação do sistema de gestão da qualidade perspectivando a integração do ambiente e da segurança: Implementação do Sistema de Gestão da Qualidade na Empresa XYZ, Lda.*

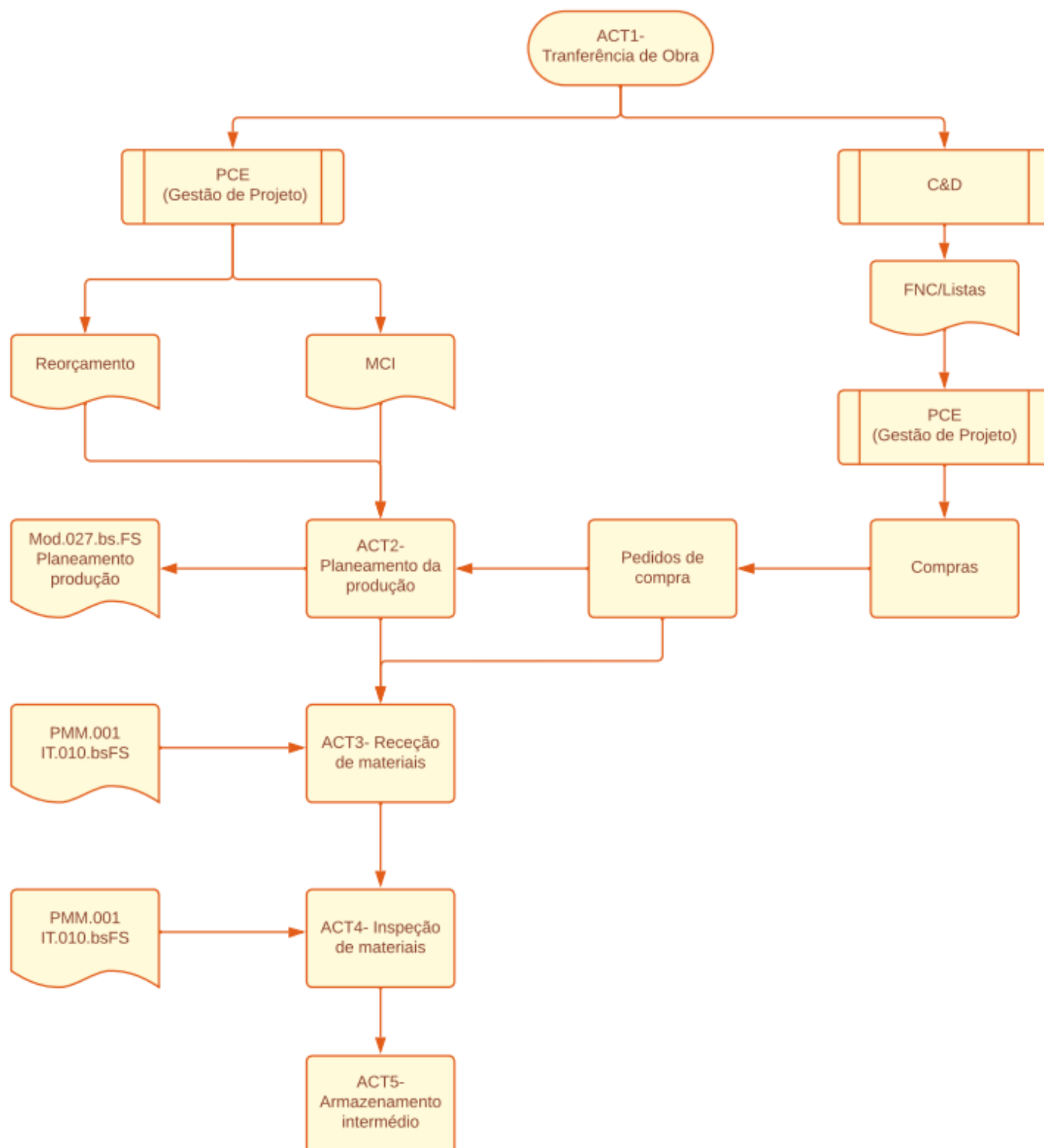
APÊNDICE 1 – FLUXOGRAMA DO FUNCIONAMENTO DO CENTRO DE LOGÍSTICA DE RECEÇÃO



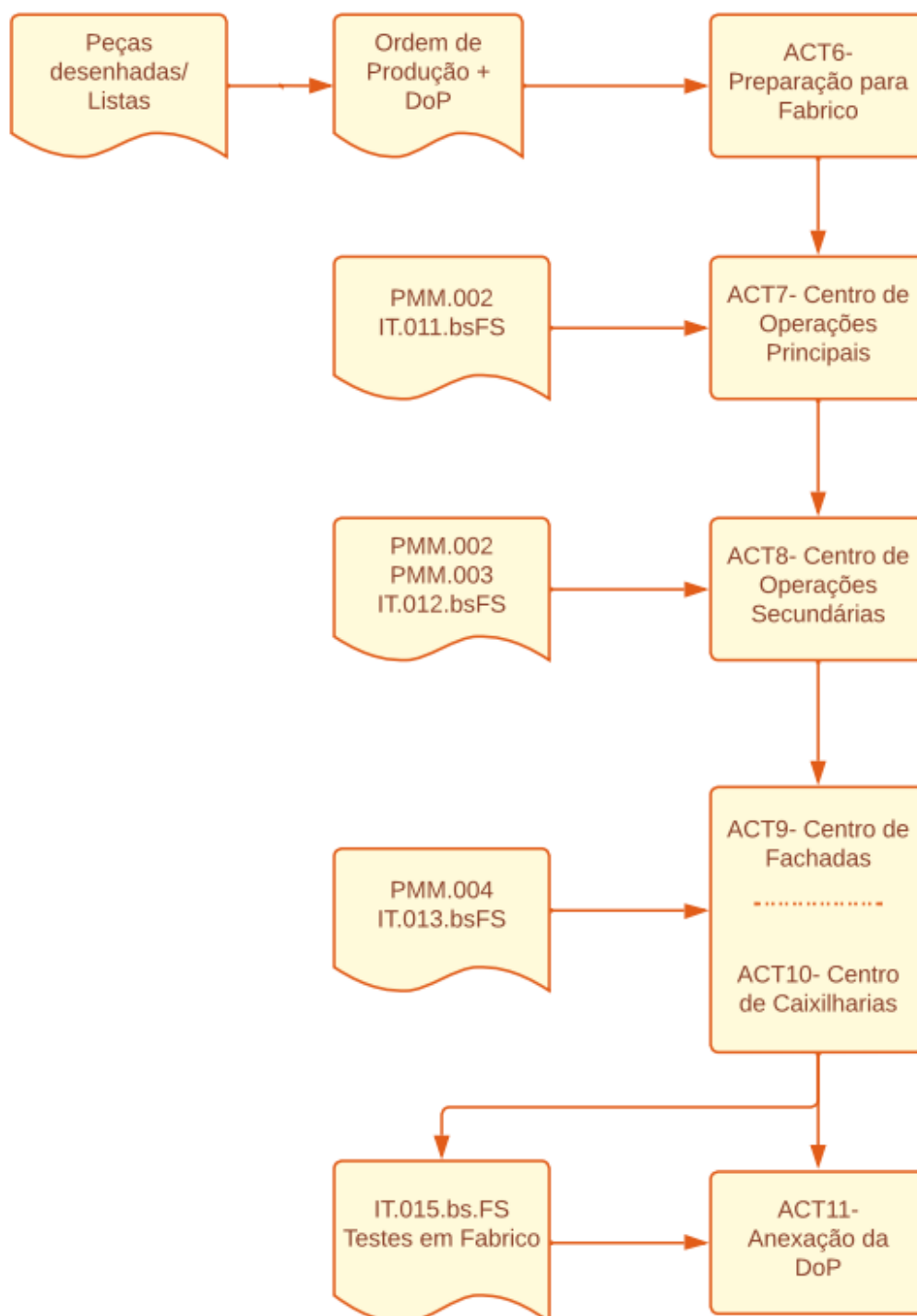
APÊNDICE 2 – FLUXOGRAMA DO FUNCIONAMENTO DO CENTRO DE OPERAÇÕES PRINCIPAIS



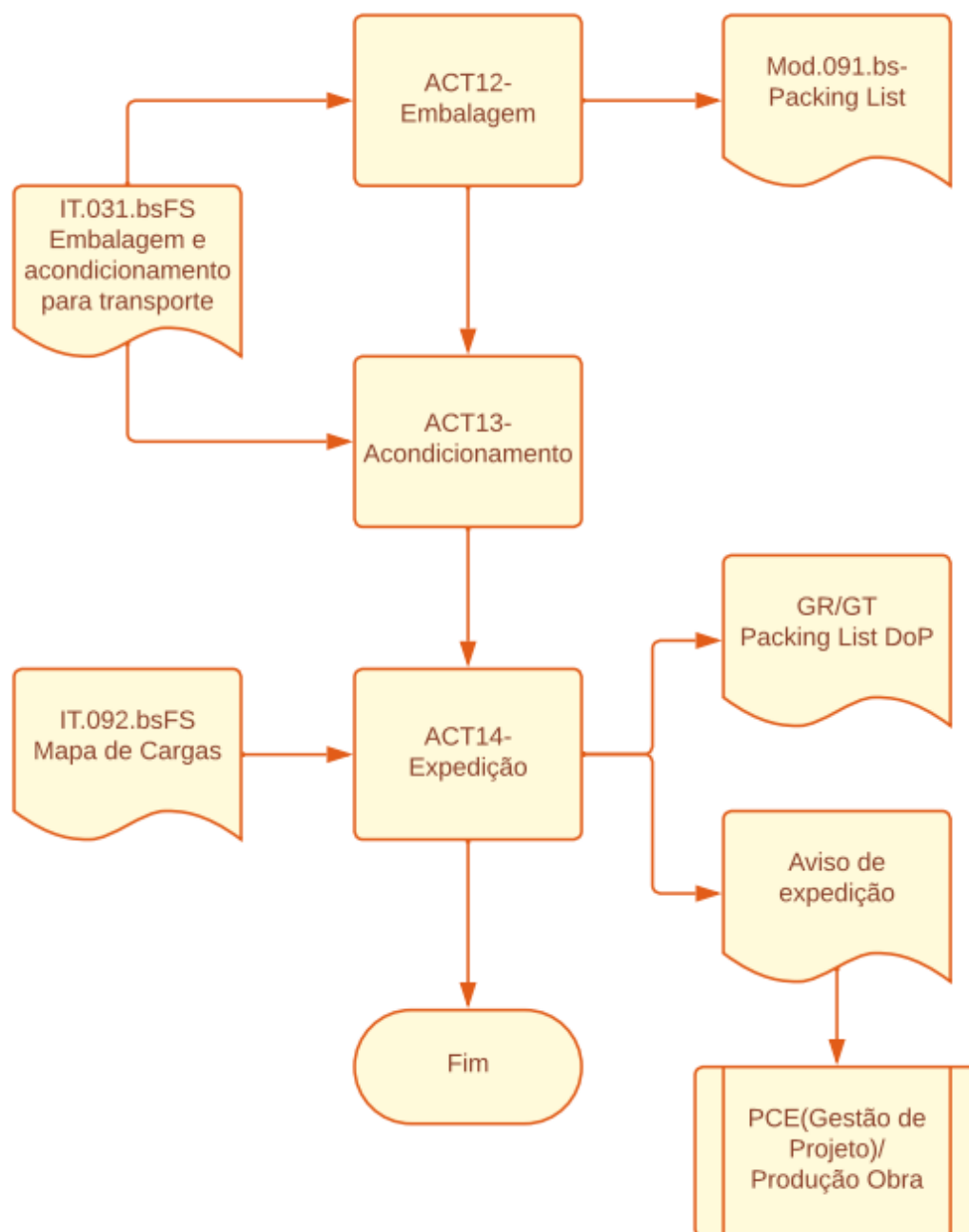
APÊNDICE 3 – FLUXOGRAMA DE INFORMAÇÃO DO PROCESSO DE PREPARAÇÃO DA PRODUÇÃO



APÊNDICE 4 – FLUXOGRAMA DE INFORMAÇÃO DO PROCESSO DE FABRICO



APÊNDICE 5 – FLUXOGRAMA DE INFORMAÇÃO DA EXPEDIÇÃO



APÊNDICE 6 – EXCEL DE REGISTO DAS NÃO CONFORMIDADES DOS VIDROS

REF. VIDRO	NÚMERO ÚNICO ASTIGLASS	Quantidade	DEFEITO	FACHADA	DATA REPOSIÇÃO	OBS
GL01A-1B-01	592717	1 un	Mancha vermelha na zona M + Riscos na zona M com comprimento superior a 23mm	Type 1B		
GL01A-1B-01	592714	1 un	Mancha vermelha na zona E/M	Type 1B		
GL01A-1B-01	592713	1 un	Diversos riscos na zona E com comprimento superior a 23mm	Type 1B		
GL01A-1B-01	592715	1 un	Aglomerado de pontos na zona R/E + Risco na zona M com comprimento superior a 23mm	Type 1B		
GL01A-1B-01	-	1 un	Diversos riscos pretos na zona M	Type 1B		
GL01A-1B-01	592710	1 un	Risco na zona M com comprimento superior a 23mm	Type 1B		
GL01A-1B-01	592711	1 un	Manchas na zona M com diâmetro superior a 17mm	Type 1B		
GL01A-1B-01	-	1 un	Mancha na zona M com diâmetro superior a 17mm	Type 1B		
GL01-1B-05	592660	1 un	Riscos na zona M	Type 1B	26/jun	guia 712301145
GL01-1B-05	592662	1 un	Duas manchas vermelhas na zona M com 20mm cada	Type 1B	26/jun	guia 712301145
GL01-1B-05	592663	1 un	Risco na zona M com 60mm	Type 1B	26/jun	guia 712301145
GL01-1B-05	592664	1 un	Mancha na zona E com 40mm	Type 1B		
GL01-1B-01	592643	1 un	Riscos na zona M	Type 1B		
(1266x2822)	-	1 un	Diversas manchas na zona M	Type 1B		
GL01-1B-06	592652	1un	Risco com 7cm na zona E/M	Type 1B		
GL01-1B-05	592665	1 un	Diversos riscos na zona M + manchas na zona M	Type 1B		
GL01-1B-01	592636	1 un	Riscos na zona E e M	Type 1B		
GL001-1B-01	592641	1 un	Riscos na zona E e M	Type 1B		
GL01-1B-05	592666	1 un	Risco na zona M + Mancha vermelha	Type 1B		
GL01-1B-06	592658	1 un	Riscos na zona M	Type 1B		
GL01-1B-06	592655	1 un	Pontos pretos na zona M + riscos com 20mm	Type 1B		
GL01-1B-06	592656	1 un	Mancha vermelha com 30mm na zona M + mancha vermelha	Type 1B		
GL01-1B-06	592657	1 un	Diversos riscos na zona M	Type 1B		
GL01-1B-01	592646	1 un	Diversos riscos na zona M	Type 1B		
GL01-1B-01	592642	1 un	Riscos vermelho na zona M	Type 1B		
GL01-1B-01	-	1 un	Risco na zona M com 200mm	Type 1B		
GL01A-1B-01	592706	1 un	Risco vermelho com 5cm na zona M	Type 1B		

APÊNDICE 7 – *CHECKLIST* DE VERIFICAÇÃO DOS MÓDULOS



EXECUÇÃO DE MÓDULOS LISTA DE VERIFICAÇÃO

OBRA: RF0033

REF MÓDULO:

TIPOLOGIA:

DATA :

Tipo	Tarefa		Verificado	Notas
\CORTE/ MECANIZAÇÕES	PAINEIS ALUMINIO (ITP.6)			
	Comprimento ou Largura	C/L < 2000 mm: $\Delta = \pm 1$ mm 2001 < C/L < 4000 mm: $\Delta = \pm 1,5$ mm		
	Diagonais (esquadria)	C/L < 1200 mm $\Delta = \pm 0,5$ mm diferença entre diagonais 1200 < C/L < 2000 mm: $\Delta = \pm 1$ mm de diagonal e $\pm 1,5$ mm max entre diagonais 2001 < C/L < 4000 mm: ± 2 mm de diagonal e $\pm 2,5$ mm max entre diagonais 4001 < C/L < 8000 mm: $\pm 2,5$ mm de diagonal e ± 4 mm max entre diagonais		
	Profundidade	$\Delta = \pm 0,5$ mm até 150 mm de profundidade		
	Linearidade dos bordos	$\Delta = \pm 0,5$ mm / 1 m		
	Planicidade	$\Delta = 0,2\%$ da medida maior até 4,0 mm max		
	Torção	Nenhum canto desviado do plano mais que 3 mm		
	MÓDULOS (ITP.7)			
	Comprimento ou Largura	± 2 mm		
	Espessura	$\pm 1,5$ mm		
	Diagonais (esquadria) medido na face externa	$\pm 1,5$ mm/m por diagonal e diferença de $\pm 4,0$ mm entre diagonais		
	Linearidade dos bordos	Bordo $\leq 1000 = 0,7$ mm 1000 < L $\leq 2000 = 1,3$ mm 2000 < L $\leq 3000 = 1,8$ mm 3000 < L $\leq 4000 = 2,2$ mm 4000 < L $\leq 5000 = 2,6$ mm 5000 < L $\leq 6000 = 3,2$ mm 5000 < L $\leq 6000 = 3,5$ mm		

Tipo	Tarefa		Verificado	Notas
	Planicidade	4.0 mm de desvio do plano		
	Torção	Nenhum canto desviado do plano mais que 4.0 mm		
LIGAÇÕES	MODULOS (ITP.9)			
	Ligações	$\Delta = \pm 0.5 \text{ mm}$		
ASSEMBLAGEM	Verificação da existência de rasgos de ventilação e drenagem			
	Verificação da siliconagem nas uniões/esquadrias dos perfis			
	Verificação da siliconagem de todas as furações			
	Verificação das camaras dos esquadros, encher com bicomponente			
	Verificação da colocação dos vedantes			
	Verificação da colocação das peças de amarração			
	Verificação da aplicação de bites			
	Verificação da colocação dos sombreadores			
	Verificação da colocação (assentamento e posicionamento) dos calços			
	Verificação da colocação dos vidros			
	Verificação da colocação da estrutura de fixação para a terracota			
	Verificação da colocação da terracota (ITP.10)			
	Alinhamento	$\pm 3 \text{ mm} / 6 \text{ m}$ parede		
	Nível	$\pm 3 \text{ mm} / 6 \text{ m}$ parede		
	Prumo	$\pm 3 \text{ mm} / 6 \text{ m}$ parede		
	Planicidade	$\pm 3 \text{ mm} / 6 \text{ m}$ de modulo		
	Verificação dos Louvers (ITP.9)			
	Comprimento da lâmina do louver	$\pm 0,5 \text{ mm}$		
	Posição da lâmina do louver (plano e elevação)	$\pm 1 \text{ mm}$		
	Curvatura la lâmina do louver	$\pm 1 \text{ mm}$		
	Máximo desvio entre lâminas	$\pm 1 \text{ mm}$		
	Inspeção visual final			
Verificado por:				

Mod.129.bsF5_RF0033_01

OBRA: RF0033

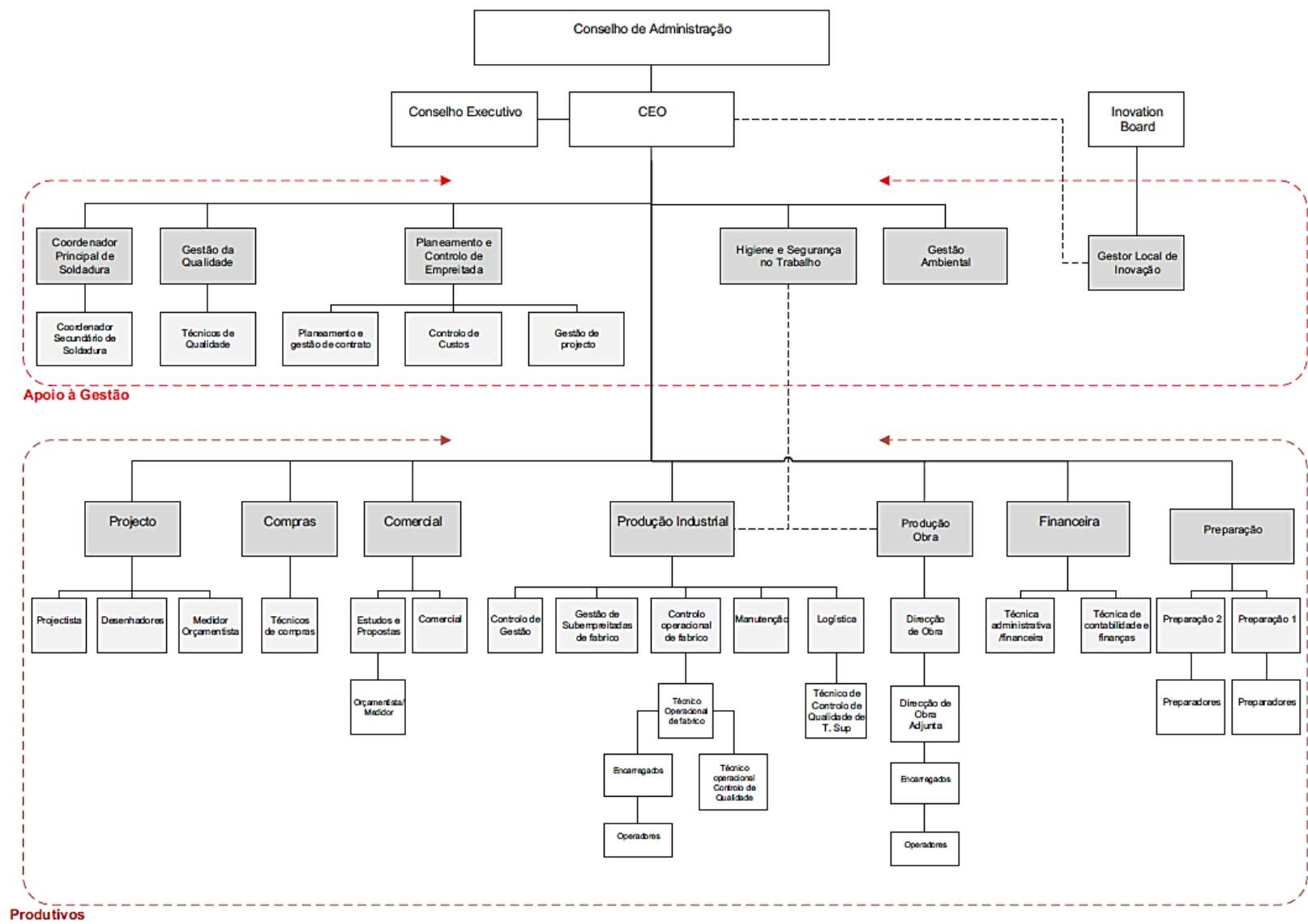
REF MÓDULO:

TIPOLOGIA:

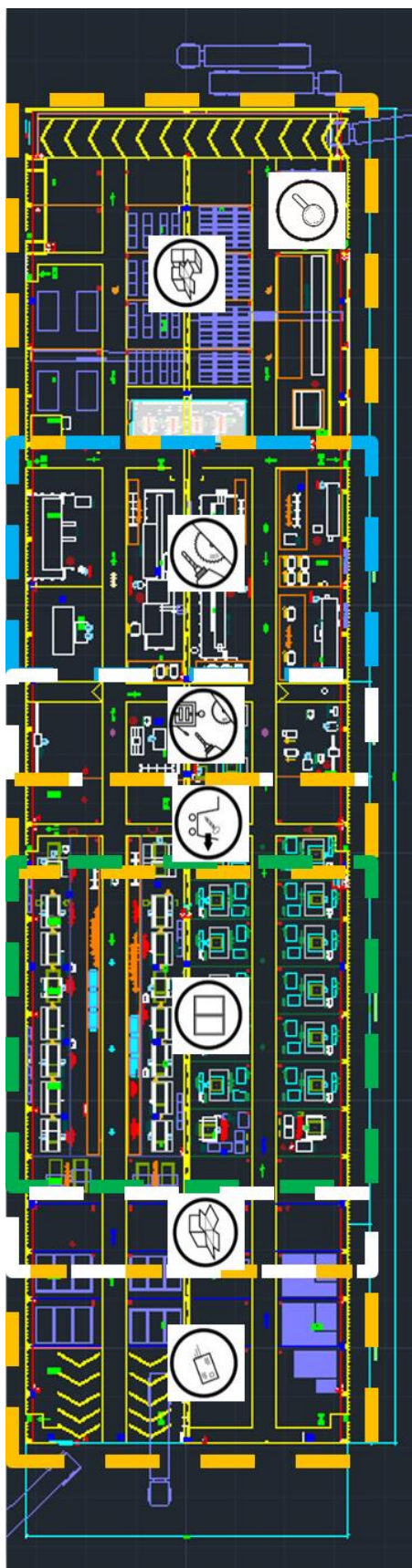
DATA :

Tipo	Tarefa		Verificado	Notas
SIDERISE INSTALAÇÃO – RV (PAINEIS VERTICAIS)				
RV	CORTE PAINEL RV	Comprimento: ± 3 mm Largura: 255 ± 2 mm (largura tipo = GAP > 50 mm + 10 mm)		
	N.º de BRACKETS NECESSÁRIOS	Até 250 mm = 1 bracket De 251 até 1200 mm = 2 brackets		
	DOBRAGEM E CORTE DOS BRACKETS	Dobra o mais próximo possível dos 90º O bracket pode ser cortado; deve ter aproximadamente 75% da largura da barreira.		
	LOCALIZAÇÃO DOS BRACKETS NO PAINEL	As incisões para introdução dos brackets devem estar a meia altura e distribuídos no comprimento a: 300 600 300		
	FIXAR O PAINEL AO MÓDULO	1 parafuso por bracket/ mínimo		
		Siliconar o parafuso		
		Garantir que o painel fica em compressão		
	COBRIR AS JUNTAS	Colocar fita (RFT120) em ambos os lados do painel		
	REPARAR GAPS	Quais gaps devem ser enchidos com um pouco de painel e coberto com fita cola		
	REPARAR DANOS NA PELÍCULA DE PROTECÇÃO	Danos cobertos com fita cola		
	INSPECÇÃO FINAL	De acordo com benchmark		
SIDERISE INSTALAÇÃO – RH (PAINEIS HORIZONTAIS)				
RH	CORTE PAINEL RH	RH=220 $\pm$ 2 mm (Void-air gap (10%))		
	N.º de BRACKETS NECESSÁRIOS	De 100 até 800 mm = 2 brackets De 801 até 1200 mm=3 brackets		
	DOBRAGEM E CORTE DOS BRACKETS	Dobra o mais próximo possível dos 90º O bracket pode ser passar por todo o painel e sair do outro lado, mais a menos a meia altura As pontas devem ser cortadas para saírem 10-20 mm e dobradas		

ANEXO 1 – ORGANOGRAMA



ANEXO 2 – LAYOUT CHÃO DE FÁBRICA



Legenda:

Centro de Logística Recepção e Inspeção



Centro de Operações Principais



Centro de Operações Secundárias



Centro de Caixilharia



Centro Fachadas



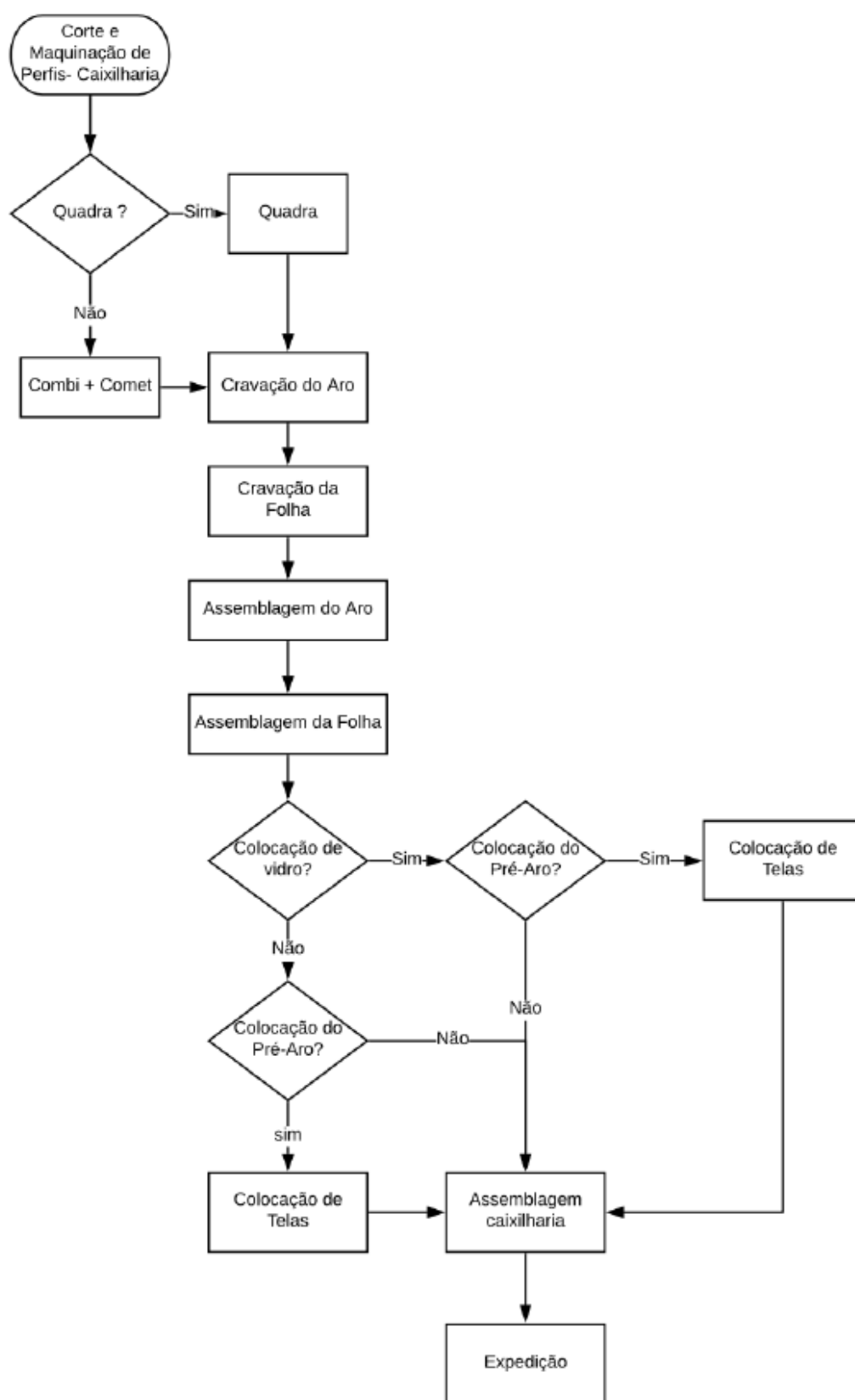
Centro de Preparação para Expedição



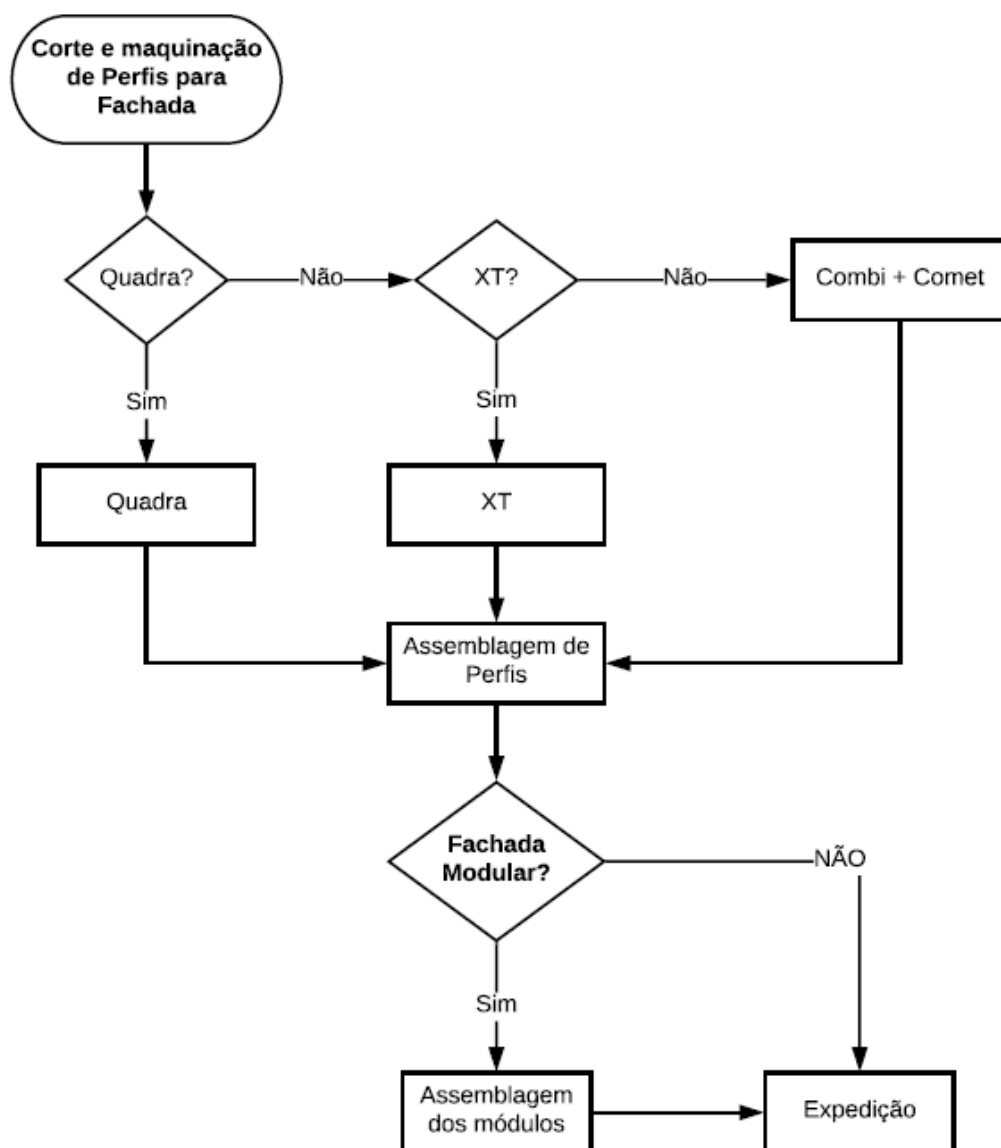
Centro de Logística Expedição



ANEXO 3 – FLUXOGRAMA DE PRODUÇÃO PARA A CAIXILHARIA



ANEXO 4 – FLUXOGRAMA DE PRODUÇÃO PARA A FACHADA



ANEXO 5 – PLANO DE MEDIÇÃO E MONITORIZAÇÃO



PLANO DE MEDIÇÃO E MONITORIZAÇÃO 001 - RECEÇÃO DE MATERIAIS - FÁBRICA

Página 1 de 2
Revisão: 02
Data: 22-07-2019

MATERIAL	PARÂMETROS A CONTROLAR	ONDE	QUEM	FREQUÊNCIA	COMO	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO	REGISTO	NC
Perfis de alumínio (sistemas)	Tipo de material Quantidade	BOX R1	Logística Receção	100%	Análise da guia de remessa e pedido de compra	Tipo de material e quantidades conforme especificado na guia de remessa e pedido de compra	GR validada	Produto não conforme deve ser convenientemente identificado e/ou segregado Seguir IT.008.bsFS – Gestão de Não Conformidades
	Estado aparente	BOX R1	Logística Receção	100%	Visualmente	Sem danos aparentes (riscos, rasgos, amolgadelas, etc)	GR validada	
	Inspecção visual dos perfis	BOX L1	CQ – receção do material	20%	IT.016.bsFS – Inspecção visual de perfis de alumínio	Conforme definido na IT.016.bsFS – Inspecção visual de perfis de alumínio	Etiqueta Vermelha nos materiais Não Conforme	
	Plastificação e Identificação	BOX L2	Operador	100%	Perfil identificado com etiqueta que identifica Projecto e código do perfil	Todos os perfis identificados e alocados à BOX L3/L4/L5 ou L6	Etiqueta de identificação e conformidade	
Perfis de alumínio (extrudidos)	Tipo de material Quantidade	BOX R1	Logística Receção	100%	Análise da guia de remessa e pedido de compra	Tipo de material e quantidades conforme especificado na guia de remessa e pedido de compra	GR validada	
	Estado aparente	BOX R1	Logística Receção	100%	Visualmente	Sem danos aparentes (riscos, rasgos, amolgadelas, etc)	GR validada	
	Controlo dimensional dos perfis extrudidos	BOX L1	CQ – receção do material	20%	Tabela de Tolerâncias 001- formas e dimensões para perfis extrudidos	Tolerâncias dentro do previsto na tabela de tolerâncias 001 OU indicações do gestor do projecto	Etiqueta Vermelha nos materiais Não Conforme	
	Inspecção visual dos perfis	BOX L1	CQ – receção do material	20%	IT.016.bsFS – Inspecção visual de perfis de alumínio	Conforme definido na IT.016.bsFS – Inspecção visual de perfis de alumínio	Etiqueta Vermelha nos materiais Não Conforme	
	Plastificação e Identificação	BOX L2	Operador	100%	Perfil identificado com etiqueta que identifica Projecto e código do perfil; tag verde para conforme	Todos os perfis identificados e alocados à BOX L3/L4/L5 ou L6, conforme planeamento	Etiqueta de identificação e conformidade	

OPERAÇÃO MATERIAL	PARÂMETROS A CONTROLAR	ONDE	QUEM	FREQUÊNCIA	COMO	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO	REGISTO	ACÇÕES A EFECTUAR EM CASO
CORTE (INCLUI PERFIS AÇO - CF)	Inspecção Visual	Centro Corte Chapa Combi Quadra XT Compact Jouanel SCA450 Rifilia 350 Copia 384 serrote automático E450	Operador	100%	Ao pegar num material para cortar, inspeccionar visualmente procurando anomalias visíveis: riscos, amolgadelas, empenos, etc;	Caso seja detectada alguma anomalia, segregar a peça e comunicar ao Responsável do Centro e/ou CQ Estes devem averiguar a aceitação da anomalia de acordo com os requisitos do PMM.001	Ordem de produção	Produto não conforme deve ser convenientemente identificado e/ou segregado Seguir IT.008.bsFS – Gestão de Não Conformidades
	Dimensões Ângulos		Operador	Mínimo: Início do corte A cada mudança de ref. ³	Controlo dimensional em comparação com os manuais do fabricante do sistema ou a preparação para fabrico	Indicação do fabricante do sistema ou L de 0 a 200 mm = ± 0,5 mm 200 < L < 500 mm = ± 1 mm 500 < L < 1 m ± 2 mm L > 2 m ± 3 mm △ = +/- 1º - Angular	Ordem de produção	
			CQ	20%			Mod.004.bsFS ou Mod.051.bsFS	
	Aspecto final do corte		Operador	100%	Visualmente	Isento de rebardas	Ordem de produção	
	Identificação das peças cortadas		Operador	100%	perfis: etiqueta com identificação ou escrito na película Numero de projecto/ perfil	Identificação e/ou acondicionamento em BOX designada a projecto/fase	Etiquetas definidas	
					chapa: escrito com marcador na face não visível		---	

OPERAÇÃO MATERIAL	PARÂMETROS A CONTROLAR	ONDE	QUEM	FREQUÊNCIA	COMO	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO	REGISTO	ACÇÕES A EFECTUAR EM CASO DE DESVIO
LIGAÇÕES	Inspecção Visual	OS2	Operador	100%	Ao pegar num material para cortar, inspeccionar visualmente procurando anomalias visíveis: riscos, amolgadelas, empenos, etc;	Caso seja detectada alguma anomalia, segregar a peça e comunicar ao Responsável do Centro e/ou CQ Estes devem averiguar a aceitação da anomalia de acordo com os requisitos do PMM.001	Ordem de produção	Produto não conforme deve ser convenientemente identificado e/ou segregado
	Altura dos elementos unidos		Operador	Mínimo: Início de actividade A cada mudança de ref.º	Controlo da altura dos elementos unidos	Indicação do fabricante do sistema ou $\Delta = +/- 0,5 \text{ mm}$	Ordem de produção	
			CQ	20%			Mod.004.bsFS ou Mod.051.bsFS	
		Esquadria	OS2	Operador	100%	Controlo da esquadria da ligação	Esquadra conforme Ordem de Produção; qualquer desvio deve ser avaliado com o resposnável de produção	Ordem de produção

OPERAÇÃO MATERIAL	PARÂMETROS A CONTROLAR	ONDE	QUEM	FREQUÊNCIA	COMO	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO	REGISTO	ACÇÕES A EFECTUAR EM CASO
CAIXILHOS MÓVEIS	Inspecção Visual de material a assemblar	CFC	Operador	100%	Ao seleccionar um material para montar que pelo seu acondicionamento não foi inspecionado na receção do material, deve-se inspecionar visualmente procurando anomalias visíveis: riscos, amolgadelas, empenos, etc;	Caso seja detectada alguma anomalia, segregar a peça e comunicar ao Responsável do Centro e/ou CQ Estes devem averiguar a aceitação da anomalia de acordo com os requisitos do PMM.001	Ordem de produção	Produto não conforme deve ser convenientemente identificado e/ou segregado Seguir IT.008.bsFS – Gestão de Não Conformidades
	Dimensões exteriores do caixilho		Operador	100%	Controlo das dimensões exteriores do caixilho	Indicação do fabricante do sistema ou r = +/- 1 mm	Ordem de produção	
			CQ	20%			Mod.004.bsFS	
	Diagonais externas		Operador	100%	Controlo das diagonais externas	Indicação do fabricante do sistema ou Largura ≤ 1.000 mm r = +/- 2 mm Largura > 1.000 mm r = +/- 4 mm	Ordem de produção	
			CQ	20%			Mod.004.bsFS	
	Inspecção Visual do Caixilho		Operador	100%	Inspecção Visual do caixilho em comparação com o catálogo e/ou preparação	todos os elementos presentes e conforme	Ordem de produção	
			CQ	20%			Mod.004.bsFS	
	Esquadria		Operador	100%	Controlo da esquadria da ligação	Esquadra conforme Ordem de Produção; qualquer desvio deve ser avaliado com o resposnável de produção	Ordem de produção	
	Outros		Operador	100%	Ver IT assinaladas na Ordem de produção e agir conforme definido nesses documentos	Conforme Its definidas	Etiqueta de Controlo	

ANEXO 6 – COQ

D14740																
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1											Quantidade a verificar/ Quantité a vérifier/ Quantity to verify:					60
2											% Prevista/ % Prévu/ Expected % :					43,17%
3																
4	OF	N.º Projecto N.º Chantier Project N.º	Nome Projecto Nom Chantier Project Name	Fase Phase	Ref.ª Peça Réf. Pièce Piece Ref.	Quant. Total Quant. Totale Total Quant.	Quantidade produzida	Qtd. a verificar Qtt. a vérifier Qtt. to verify	Qtd verificada Qtt vérifiée Verified Qtt	Data verif. Date vérif. Verif. date	Operador Oérateur Operator	Controlador Contrôleur Controller	Tipologia NC	Σ NC	Causas das NC	Tempo R Temps Ré Rep. Tim (min)
14479	2023_0401	RF0036	MARETERRA	PFBV31-OP02	A.1169	1	1	1	1	16/mai						
14480	2023_0401	RF0036	MARETERRA	PFBV31-OP02	A.1170	1	1	1	1	16/mai						
14481	2023_0401	RF0036	MARETERRA	PFBV31-OP02	A.1171	1	1	1	1	16/mai						
14482	2023_0401	RF0036	MARETERRA	PFBV31-OP02	A.1172	1	1	1	1	16/mai						
14483	2023_0401	RF0036	MARETERRA	PFBV31-OP02	A.1173	1	1	1	1	16/mai						
14484	2023_0401	RF0036	MARETERRA	PFBV31-OP02	A.1174	1	1	1	1	16/mai						
14485	2023_0401	RF0036	MARETERRA	PFBV31-OP02	A.1175	1	1	1	0	16/mai						
14486	2023_0401	RF0036	MARETERRA	PFBV31-OP02	A.1176	1	1	1	0	16/mai						
14487	2023_0369	RF0012	Berkeley	PF102-560-OP02	PAL-01	3	3	1	1	16/mai		4439				
14488	2023_0369	RF0012	Berkeley	PF102-560-OP02	PAL-02	8	8	1	1	16/mai		4439				
14489	2023_0369	RF0012	Berkeley	PF102-560-OP02	PAL-03	2	2	1	1	16/mai		4439				
14490	2023_0369	RF0012	Berkeley	PF102-560-OP02	P-TRV	4	4	1	1	16/mai		4439				
14491	2023_0370	RF0033	Worship square	PF-F1153_1	A.337	7	7	1	1	16/mai		4439				
14492	2023_0370	RF0033	Worship square	PF-F1153_1	A.338	7	7	1	1	16/mai		4439				
14493	2023_0370	RF0033	Worship square	PF-F1153_1	A.339	20	20	1	1	16/mai		4439				
14494	2023_0370	RF0033	Worship square	PF-F1153_1	A.340	14	14	1	1	16/mai		4439	soldar			
14495	2023_0370	RF0033	Worship square	PF-F1153_1	A.341	7	7	1	1	16/mai		4439				
14496	2023_0370	RF0033	Worship square	PF-F1153_1	A.342	7	7	1	1	16/mai		4439				
14497	2023_0370	RF0033	Worship square	PF-F1153_1	A.343	22	22	1	1	16/mai		4439	soldar			
14498	2023_0370	RF0033	Worship square	PF-F1153_1	A.344	17	17	1	1	16/mai		4439				
14499	2023_0370	RF0033	Worship square	PF-F1153_1	A.345	11	11	1	1	16/mai		4439				
14500	2023_0370	RF0033	Worship square	PF-F1153_1	A.346	14	14	1	1	16/mai		4439				
14501	2023_0370	RF0033	Worship square	PF-F1153_1	A.347	11	11	1	1	16/mai		4439				
14502	2023_0370	RF0033	Worship square	PF-F1153_1	A.348	11	11	1	1	16/mai		4439				
14503	2023_0370	RF0033	Worship square	PF-F1153_1	A.349	14	14	1	1	16/mai		4439				
14504	2023_0370	RF0033	Worship square	PF-F1153_1	A.350	14	14	1	1	16/mai		4439				
14505	2023_0370	RF0033	Worship square	PF-F1153_1	A.351	17	17	1	1	16/mai		4439				
14506	2023_0370	RF0033	Worship square	PF-F1153_1	A.352	17	17	1	1	16/mai		4439				
14507	2023_0296	RF0012	Berkeley	PF102-509-OP01	CG-01E	2	2	1	1	18/mai						

ANEXO 7 – NÃO CONFORMIDADE

RF-0033 #NC-22



INFO GERAL

CRIADO POR

Marta Sofia Martins de Lima
22.08.2023

ID

RF-0033 #NC-22

DATA DE DETEÇÃO

22.08.2023

TIPO DE NC

Recepção de Material/Fornecedores

OBRA

RF-0033 - WORSHIP SQUAREUK

CATEGORIA

Material não conforme

AREA

Qualidade

Nº PEDIDO

4500648754

NOME FORNECEDOR

Astiglass SL

DESCRIÇÃO

Fornecedor: Astiglass

O vidro GL01_MV1 (638352) chegou às nossas instalações com descascamento da capa do vidro (linha vermelha) e com sujidade no interior (resíduos/ manchas).

ANEXOS

IMG_0324.jpg 2Mb

IMG_0325.jpg 2Mb

É UMA NC PÓS OBRA?

Não

CORREÇÃO

Não há correções definidas

CUSTOS

Não há custos definidos

CAUSAS

Não há causas definidas

AÇÕES CORRETIVAS

Não há ações corretivas definidas

VALIDAÇÃO

Não pode validar ações enquanto a não conformidade não for corrigida

ANEXO 8 – EXCEL MOD.113 DE REGISTO DE FACHADAS

Obra: RF0033									
Fachada: Travessas de canto da Fachada Type 5									
PF: PF-K311.2									
Processo Corte e Montagem									
Ref.ª Peça	Verificação							Data e Rubrica SUB	Data
	Montante / Travessa Corte			Maquinagem/ (Ok /Not Ok)	Vedantes (Ok /Mot Ok)	Acessórios (Ok/Mot Ok)	Inspeção visual/ (Ok /Mot Ok)		
	Quant. Total	Comprimento Teórico	Comprimento real						
C1.1	4	307 mm	307 mm	OK	OK	OK	OK		07/jun
C1.2	1	307 mm	307 mm	OK	OK	OK	OK		07/jun
C2.1	14	688 mm	688 mm	OK	OK	OK	OK		07/jun
C2.2	14	688 mm	688 mm	OK	OK	OK	OK		07/jun
C3.1	14	688 mm	688 mm	OK	OK	OK	OK		07/jun
C3.2	14	688 mm	688 mm	OK	OK	OK	OK		07/jun
C4.1	4	454 mm	454 mm	OK	OK	OK	OK		07/jun
C4.2	1	454 mm	454 mm	OK	OK	OK	OK		07/jun
C5.1	4	454 mm	454 mm	OK	OK	OK	OK		07/jun
C5.2	1	454 mm	454 mm	OK	OK	OK	OK		07/jun
C6,1	4	364 mm	364 mm	OK	OK	OK	OK		07/jun
C6,2	1	364 mm	364 mm	OK	OK	OK	OK		07/jun
C7.1	42	380 mm							

ANEXO 9 – EXCEL MOD.004 DE REGISTO DE CAIXILHOS

Obra: RF0033
Fachada: CAIXILHOS
PF: PF L121

Ref.													Data e Rubrica SUB	Data e Rubrica BYSTEEL FS
	CORTE (mm)		MAQUINAGEM	Largura (mm)	Altura (mm)	Altura travessa (mm)	Diagonal 1 (mm) (lado exterior)	Diagonal 2 (mm) (lado exterior)	Inspeção visual	MONTAGEM				
	Largura real Aba ext.	Altura real Aba ext.								Colocação Acessórios	Inspeção visual do vidro	Inspeção visual final		
CF6.8	2893	1892							OK	OK	OK	OK		
CF6.8-1			OK	2893	1892	-	-	-	OK	OK	OK	OK		
CF6.7	2893	2193							OK	OK	OK	OK		
CF6.7-1			OK	2893	2193	-	-	-	OK	OK	OK	OK		
CF6.6	2988	1892							OK	OK	OK	OK		
CF6.6-1			OK	2988	1892	-	-	-	OK	OK	OK	OK		
CF6.5	2988	2193							OK	OK	OK	OK		
CF6.5-1			OK	2988	2193	-	-	-	OK	OK	OK	OK		
CF6.4	2723	2098							OK	OK	OK	OK		
CF6.4-1			OK	2723	2098	-	-	-	OK	OK	OK	OK		21/mar
CF6.3	4488	1892							OK	OK	OK	OK		
CF6.3-1			OK	4488	1892	-	-	-	OK	OK	OK	OK		
CF6.1	4488	2193							OK	OK	OK	OK		
CF6.1-1			OK	4488	2193	-	-	-	OK	OK	OK	OK		21/mar
CF6.2	4488	2098							OK	OK	OK	OK		

ANEXO 10 – EXCEL MOD.114 DE REGISTO DE CHAPAS

Obra: RF0012

Fachada: Protótipo

PF: PF0003_PA

Referência:

Ref.	VERIFICAÇÃO								Data e Rubrica SUB	Data e Rubrica BYSTEEL FS
	CORTE					MAQUINAGEM	QUINAGEM	Inspeção visual		
	Quant.	Largura Teórica	Comprimento Teórica	Largura real (a)	Comprimento real (a)					
C.746	2	225 mm	280 mm							
C.746-1	1			225 mm	280 mm	OK	OK	OK		21/abr
C.746-2	1			225 mm	280 mm	OK	OK	OK		21/abr
C.748	4	250 mm	559 mm							
C.748-1	1			250 mm	559 mm	OK	OK	OK		21/abr
C.748-2	1			250 mm	559 mm	OK	OK	OK		21/abr
C.748-3	1			250 mm	559 mm	OK	OK	OK		21/abr
C.748-4	1			250 mm	559 mm	OK	OK	OK		21/abr
C.750	2	250 mm	545 (plano)							
C.750-1	1			250 mm	545 mm	OK	OK	OK		21/abr
C.750-2	1			250 mm	545 mm	OK	OK	OK		21/abr
C.755	2	49 mm	520 mm							
C.755-1	1			49 mm	520 mm	OK	OK	OK		21/abr
C.755-2	1			49 mm	520 mm	OK	OK	OK		21/abr

ANEXO 11 – CHECK LIST VIDROS



Check-list de controlo de receção de vidro – RF0033 (EN 1279)

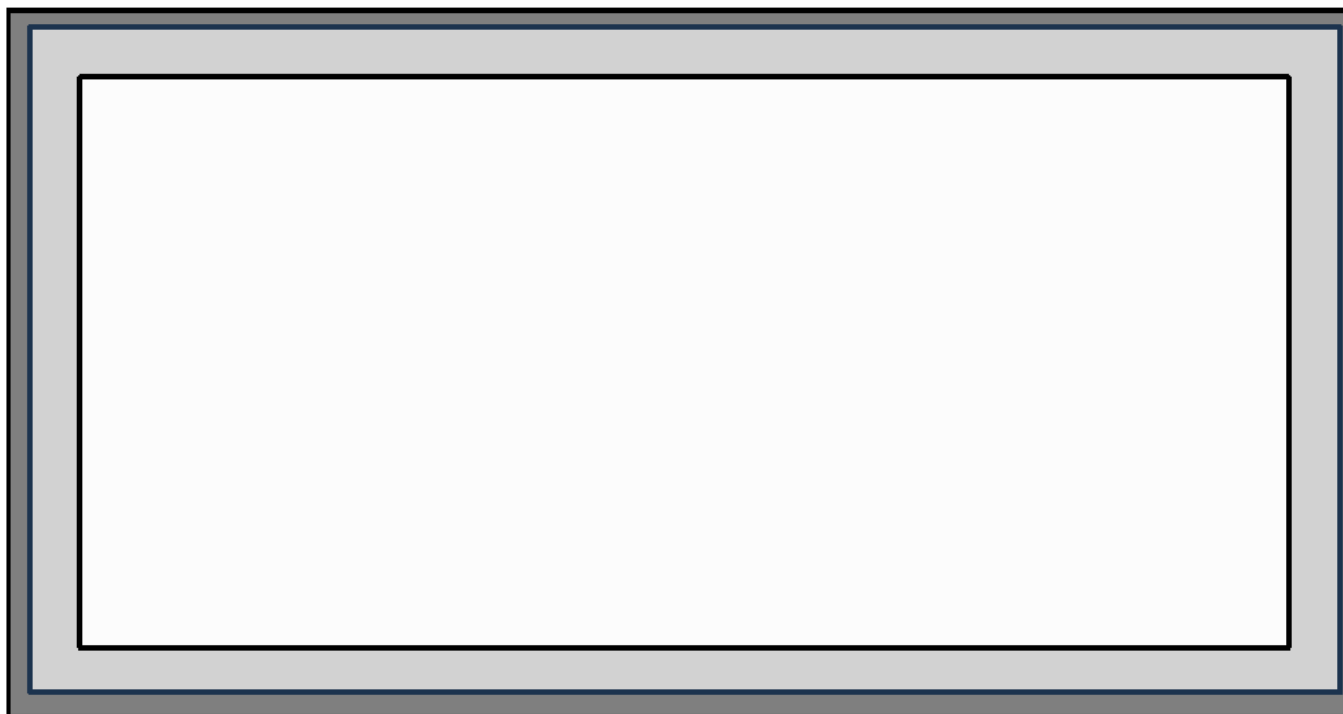
GR N^o: _____

Fornecedor: _____

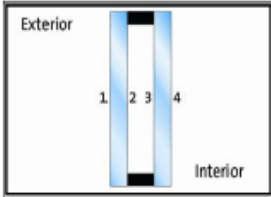
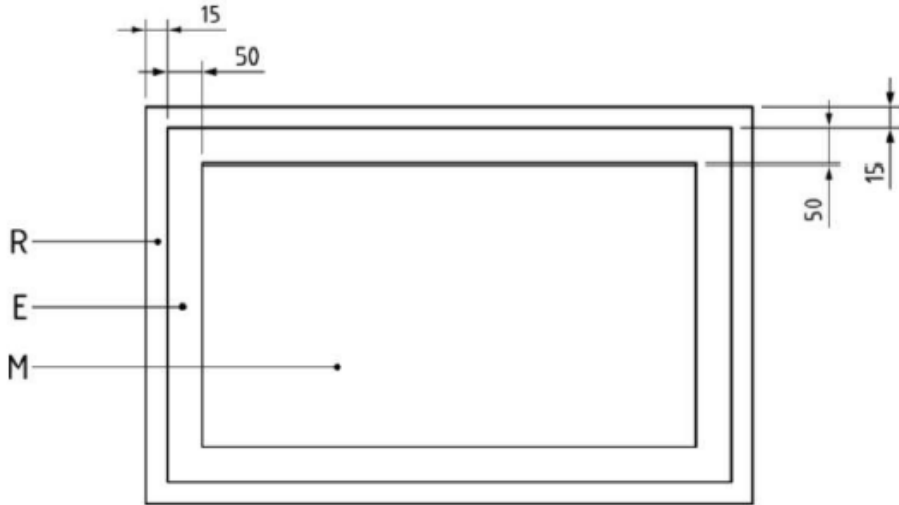
Ref^o vidro: _____

Perímetro: _____ m

Área: _____ m²



PARÂMETRO A CONTROLAR	QUEM	QUANDO/ FREQUÊNCIA	COMO	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO	OK	NOK
MARCAÇÃO DO VIDRO						
Marcação de vidro de segurança	Logística	100%	Inspeção visual	Todos os vidros devem ter marcação de segurança		
Marcação de vidros que não são de segurança	Logística	100%	Inspeção visual	Marcação do fabricante		
UNIDADES DE VIDRO ISOLANTE (DUPLO)						
Quantidades e referências	Logística	100%	Inspeção visual/documental	Conforme Pedido de Compra		
Largura e Comprimento	CQ	20%	Fita métrica	+1 / -2 mm		
Espessura	CQ	20%	Fita métrica / Paquímetro	± 1,5 mm		
Diagonal	CQ	20%	Fita métrica	Máx 4 mm de diferença entre diagonais		

PARÂMETRO A CONTROLAR	QUEM	QUANDO/ FREQUÊNCIA	COMO	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO	OK	NOK
Descascamento da capa nas superfícies 2 e 3 	CQ	20%	Inspeção visual	Linha vermelha – inadmissível Linha branca – máx 4 mm		
Decalagem	CQ	20%	Paquímetro	Aresta superior $\pm 0,5$ mm Outras arestas ± 3 mm		
Distância de inspeção	Int → Ext 3 m 1 min/m ²					
Zona de Inspeção	 R= 15 mm/ E=50 mm*/ M=Restante					

PARÂMETRO A CONTROLAR	QUEM	QUANDO/ FREQUÊNCIA	COMO	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO					OK	NOK	
Vidro Duplo fabricado com dois vidros laminados ou laminados de segurança com ou sem tempera ou HST											
Defeitos Pontuais	CQ	20%	Fita métrica / Paquímetro	Zona	Ø mm	Superfície vidro S (m²)					
						S≤1	1<S≤2	2<S≤3	S>3		
				R	Todos	Sem limites					
				E	Ø ≤1	Aceite se menos que 5 numa zona de Ø ≤ 20 cm					
					1 < Ø ≤ 3	6	2/ Por metro de perímetro				
					Ø > 3	Não admissível					
				M	Ø ≤1	Aceite se menos que 5 numa zona de Ø ≤ 20 cm					
					1 < Ø ≤ 2	3	5	8	8 + 2/m²		
						Numa área com Ø < 50 cm só se aceita 2					
					Ø ≥ 2	Não admissível					
Resíduos (Pontuais e Manchas)	CQ	20%	Fita métrica / Paquímetro	Zona	Tamanho (mm) e Tipo	Superfície vidro S (m²)					
						S ≤ 1		S > 1			
				R	Todos	Sem limites					
				E	Pontos Ø ≤1	Sem limites					
					Pontos 1 < Ø ≤ 3	6	2/ Por metro de perímetro				
					Manchas Ø ≤ 17	2					
					Pontos Ø > 3 Manchas > 17	Máximo 2					
				M	Pontos Ø ≤1	Máximo de 5 numa zona de Ø ≤ 20 cm					
					Pontos 1 < Ø ≤ 3	Máximo de 3 numa zona de Ø ≤ 20 cm					
					Pontos Ø > 3 e Manchas > 17	Não admissível					

PARÂMETRO A CONTROLAR	QUEM	QUANDO/ FREQUÊNCIA	COMO	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO			OK	NOK
Riscos	CQ	20%	Fita métrica / Paquímetro	Zona	Comprimento Individual (mm)	Soma dos comprimentos (mm)		
				R	Sem limites			
				E	≤ 45	≤ 135		
				M	≤ 23	≤ 68		
Linhas de cabelo (hair- line scratches)	CQ	20%	Fita métrica / Paquímetro	Não admissível em concentração superior aos riscos				
Desvio permitido do espaçador em relação à linha paralela da aresta do vidro	CQ	20%	Fita métrica / Paquímetro	Comprimento da aresta (m)		Desvio permitido (mm)		
				< 2.5 m		3 mm		
				2.5 m < c < 3.5		4 mm		
				> 3.5 m		5 mm		
				Os desvios não devem exceder 2 mm por 20 cm de comprimento				

ANEXO 12 – INSTRUÇÃO DE TRABALHO DA TERRACOTTA



SWI.RF0033.001 – Terracotta Visual and Dimensional Inspection

Data: 11-04-2023	Revisão:01	Página 1 de 11
------------------	------------	----------------

1. Review Index

Review	Description	Responsible
0	First Edition	Inês Silva/Ana P. Borges
01	Adaptation to production	Joana M Gomes

2. Objective

This Specific Work Instruction (SWI) aims to define the methodology for the qualitative reception of Terracotta that will be integrated into project RF0033 – Worship Square

3. Procedure

Terracotta tolerances (non-accumulative)

Tolerances shall be measured in accordance with BS EN ISO 10545-2.

Cutting length (width) in direction of hole	600 – 1.800mm	+/- 2.5mm
	1.800 – 3.000mm	+/- 4mm
Height transverse to direction of hole	to 250mm	+/- 2.0mm
	to 400mm	+/- 2.5mm
	to 600mm	+/- 3.0mm
	to 800mm	+/- 3.5mm
Thickness/ Height	to 40mm	+/- 1.5mm
	over de 40mm	+/- 3.0mm
Straightness of sides in direction of hole	to 600mm	+/- 2.0mm
	over de 600mm	+/- 0.5% of length
	Limited to a maximum of de 4.5mm	
Flatness		+/- 0.5% of diagonal
	Limited to a maximum of de 4.5mm	
Edge curvature in direction of hole	to 800mm	+/- 2.0mm
	over de 800mm	+/- 0.25% do od edge length
	Limited to a maximum de 4mm	

Mod.

Elaborado:

Verificado:

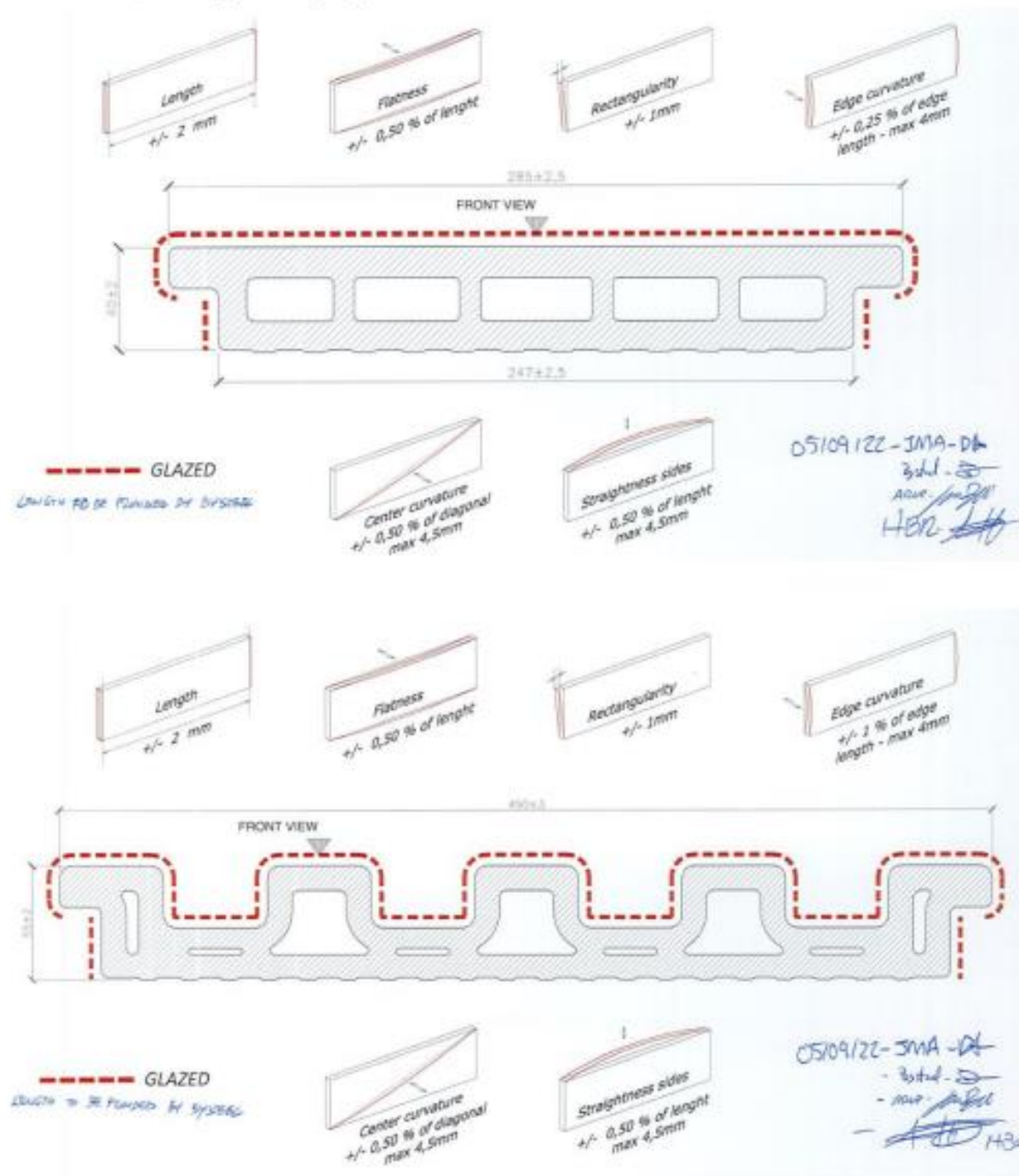
Aprovado:

Data: 11-04-2023

Revisão:01

Página 2 de 11

Or in more detail, accordingly to each type pf profile:



Mod.

Elaborado:

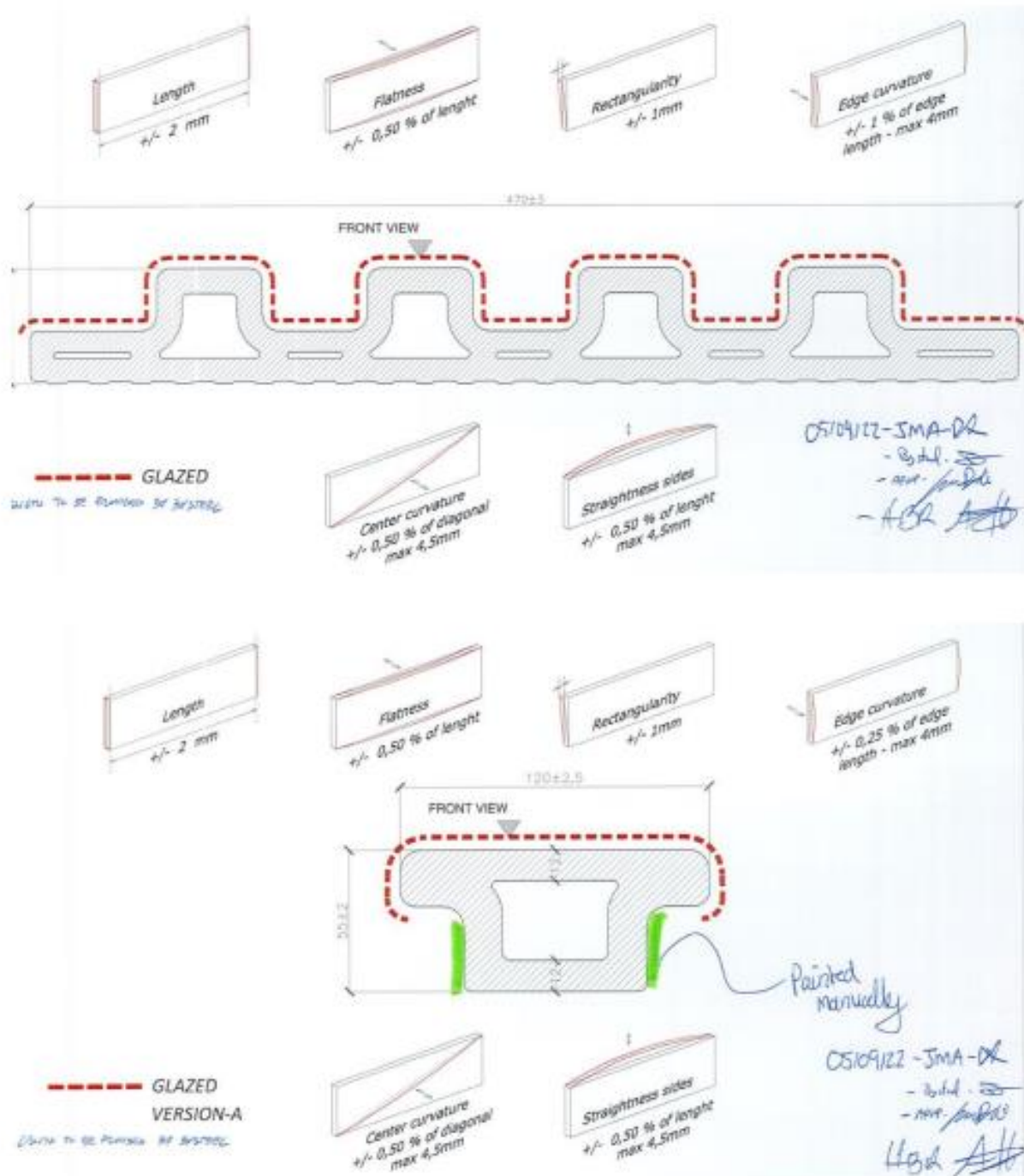
Verificado:

Aprovado:

Data: 11-04-2023

Revisão:01

Página 3 de 11



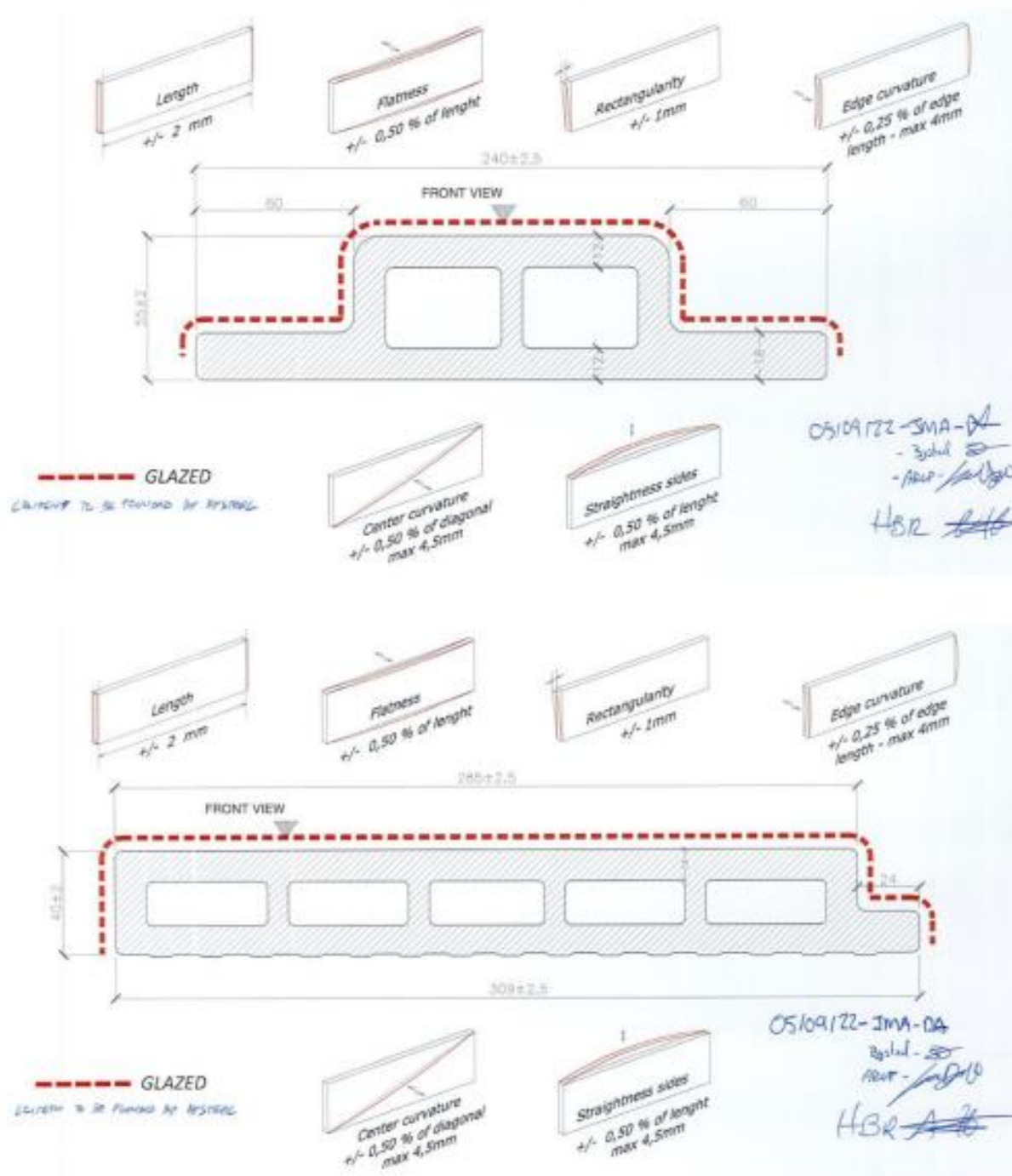
Mod.

Elaborado:

Verificado:

Aprovado:

Data: 11-04-2023	Revisão:01	Página 4 de 11
------------------	------------	----------------



Mod.

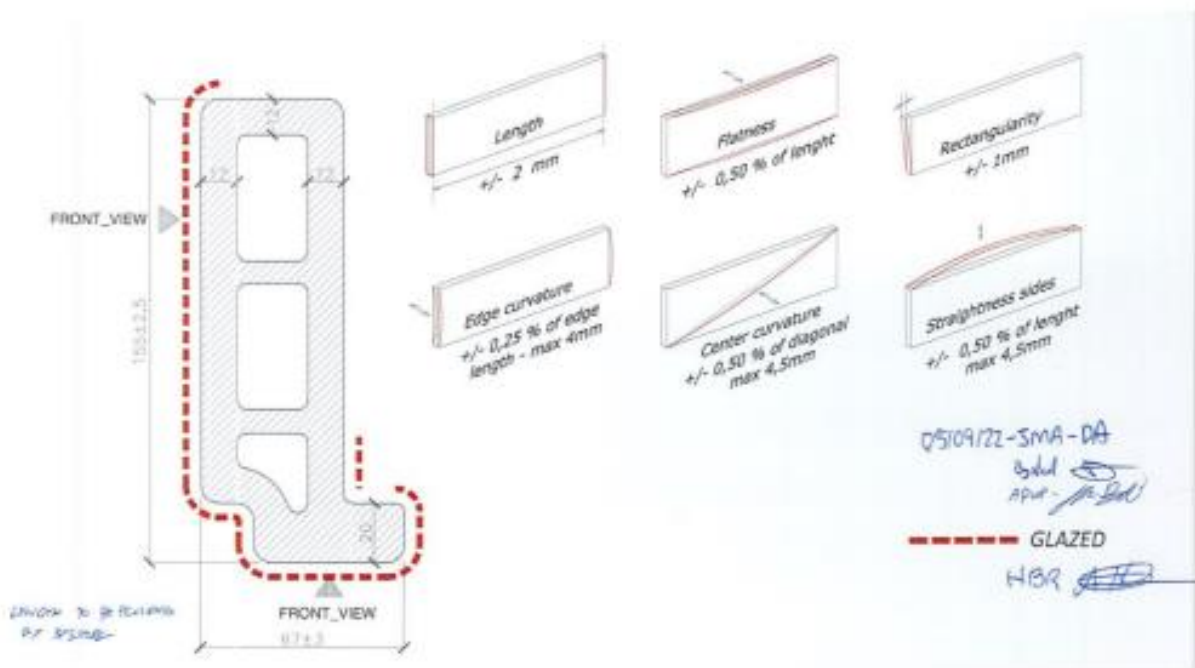
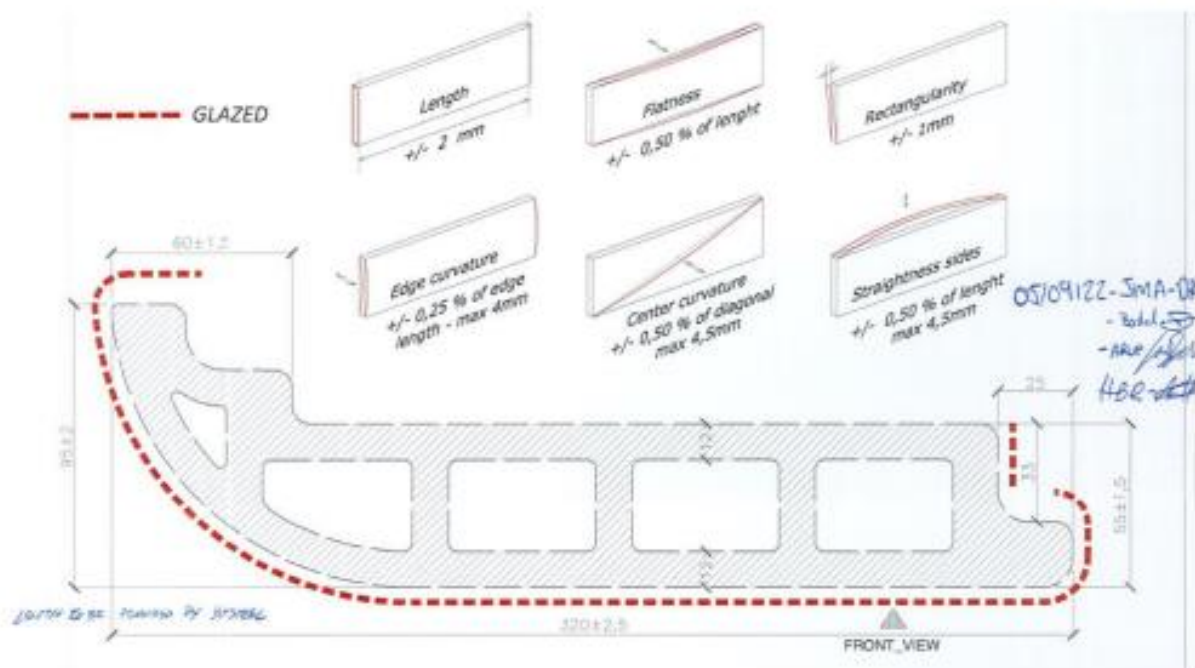
Elaborado:

Verificado:

Aprovado:

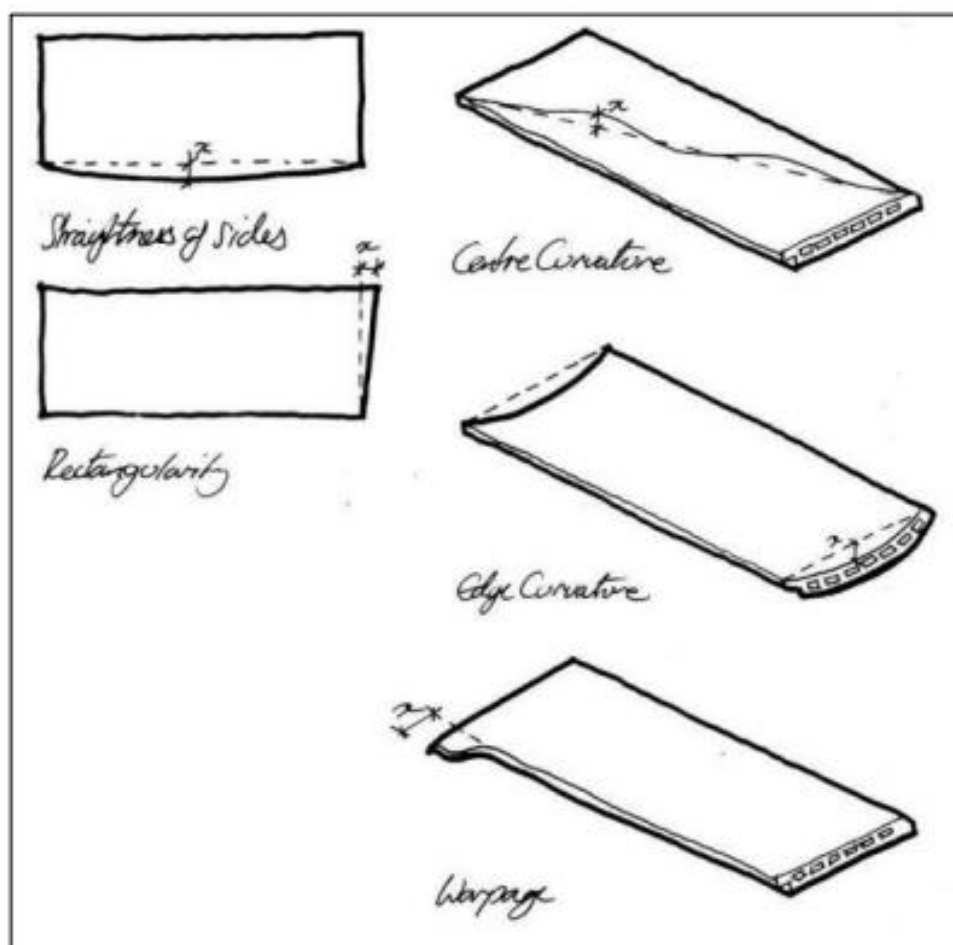


Data: 11-04-2023	Revisão:01	Página 6 de 11
------------------	------------	----------------



Rectangularity shall be ± 1 mm and warpage 1.5mm. Lipping between units: maximum lipping shall be 4 mm overall, but lipping shall not exceed 2 mm within a batch of units used on the same área of façade. The terracotta fabrication tolerances shall be as below:

Mod.	Elaborado:	Verificado:	Aprovado:
------	------------	-------------	-----------



Definition of finish characteristics and unacceptable features

Glazes shall be dense and consistent, with no seeding and shall be free from flow lines, streaks, pin holes, blisters, tear damage and other coating defects/surface imperfections when viewed from three metres under normal diffuse daylight.

All acceptable finish characteristics and features of terracotta tiles shall be cosmetic only and shall not affect the structural integrity of the tile itself. Where characteristics and features form cracks, opening or fissures in the body of the tile, these shall not be accepted. Accept where stated otherwise, generally all characteristics and features not visible at a viewing distance of 3 metres in diffuse natural daylight shall be acceptable.

	Description	Reference image	Acceptance criteria
--	-------------	-----------------	---------------------

Mod.

Elaborado:

Verificado:

Aprovado:

Data: 11-04-2023

Revisão:01

Página 8 de 11

1	Pigmentation: Spots of similar colour but different tone caused by reaction of minerals in glazes.		Acceptable where <2mm dia. Example in photo is acceptable
2	Tonality spot: Subtle change of tone caused by drops of glaze during spraying process.		Acceptable up to 15mm dia. – max 4 per tile. Example in photo is acceptable.
3	Line: Contrasting strip of lighter or darker colour in glaze from spraying process.		Not acceptable if visible at distance bigger than 3m. Example in photo is not acceptable.
4	Bubbles: Caused by rapid heating of glaze during firing.		Acceptable up to 25% of tile surface where bubble surface is not broken. Example in photo is acceptable.

Mod.

Elaborado:

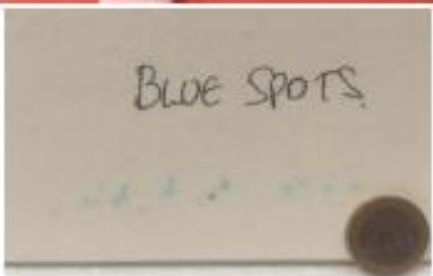
Verificado:

Aprovado:

Data: 11-04-2023

Revisão:01

Página 9 de 11

5	Open bubbles: Caused by calcium impurities expanding during firing.		Acceptable max 4 spots up to 3mm dia. per tile. Example in photo is not acceptable.
6	Black spots: Caused by Calcinetto (calcium carbonate) deposits during firing.		Acceptable max 4 spots up to 1mm dia. or 2 spots per tile up to 3mm. Example in photo is acceptable.
7	Blue spots: Caused by condensation in kiln atmosphere during firing.		Acceptable up to 4 spots per tile with dimension less than 1mm or 2 spots per tile with dimension less than 3mm. Example in photo is not acceptable.
8	"Orange peel" textures: Undulating surface of tile due to chamotte expanding after extrusion.		Acceptable.
9	Small fragments: Tiny fragments of fired clay from kiln refractory blocks.		Spots with dimension less than 1mm – OK Spots 1-2mm: up to 5 spots within a 100cm² area – OK Spots bigger than 2mm not acceptable. Example in photo is acceptable.

Mod.

Elaborado:

Verificado:

Aprovado:

Data: 11-04-2023

Revisão:01

Página 10 de 11

10	Chipping to cut edge: Ragged edge from sawing process.		Acceptable where not visible at distance bigger then 3m. Example in top image is not acceptable. Example in bottom image is acceptable.
11	Scratches: Scratches to glazed surface due to handling of tile.	Example not available.	Acceptable where not visible a distance bigger then 3m.
12	Chipping to glaze: Mechanical damage to surface during handling.		2 chips per unit less the 3mm – OK Example in photo is acceptable.
13	Crazing (craquelure)		Acceptable where not visible at distance bigger then 3m and in glaze surface only. Example in photo is not acceptable.

Data: 11-04-2023

Revisão:01

Página 11 de 11

14	Inclusion: Small blemish covered with glaze.		Acceptable where dimension less than 2mm and up to 6 per tile. Example in photo is acceptable. Inclusions are only acceptable where the inclusion is completely covered with fired clay or glaze and where the glaze surface is not friable.
15	Small concavity: Negative indentation covered with glaze.		Acceptable where dimension less than 2mm and up to 6 per tile. Example in photo is acceptable.

Terracotta cladding shall be installed to the following permitted deviations:

Line (straightness on plan)	+/- 3mm in any one 6m wide length of wall.
Level (horizontality on elevation)	+/- 3mm in any one 6m wide length of Wall.
Plumb (vertically in vertical section)	+/- 3mm across a single storey.
Plane (flatness in all directions planar to face)	+/- 3mm in any one 6m widths module or across a single storey.
Intersection (flatness in all directions planar to face across unit junctions)	+/- 3 mm in alignment in any direction in the plane of the Wall, between any two adjoining cladding units, at a 4-way intersection of panels.

Mod:

Elaborado:

Verificado:

Aprovado: