Maio 2025

**Artur Pinto nº8230138**

**Luís Garcês nº8230235**

**Wilkie Filho nº8230127**

**Ordens de Fabrico**

|  |  |
| --- | --- |
| Data de Receção |  |
| Responsável |  |
| Avaliação |  |
| Observações |  |

# Agradecimentos

Gostaríamos de expressar a nossa gratidão aos professores Vasco Santos e Bruno Oliveira, da UC Base de Dados, pelo suporte fornecido ao longo deste projeto e pelos conhecimentos transmitidos, que foram fundamentais para o desenvolvimento bem-sucedido deste trabalho.

# Resumo

O presente relatório descreve o desenvolvimento de uma base de dados relacional para apoiar a gestão de ordens de fabrico numa fábrica de calçado, no âmbito da unidade curricular de Bases de Dados. O sistema implementado tem como objetivo registar e controlar os processos/etapas de produção, desde a emissão das ordens de fabrico até à monitorização das operações, das perdas, dos custos e das respetivas subcontratações, respondendo aos requisitos estabelecidos no enunciado do trabalho.

O projeto iniciou-se com a análise detalhada dos requisitos de negócio, tendo sido identificadas as entidades, relacionamentos e atributos essenciais para modelar as etapas de producão. Seguiu-se a construção do modelo conceptual, validado com diagramas ER e tabelas de apoio, e a sua posterior transformação num modelo lógico onde este foi normalizado, para garantir assim a consistência da base de dados, ou seja, a integridade e eficiência dos dados. Foram também implementadas as restrições de integridade, as regras de negócio e os mecanismos automáticos, como os *triggers* e as *stored procedures*, para assegurar o correto funcionamento da base de dados e o cumprimento das validações e restrições exigidas.

A implementação foi realizada utilizando o SQL *Server Developer Edition* da Microsoft, onde foi implementado a criação das tabelas, dos procedimentos de manipulação de dados, as vistas para realizar as consultas necessárias e os *triggers* para o controlo automático de eventos importantes, como os alertas de atrasos e as perdas excessivas. A base de dados permite também efetuar consultas avançadas, como a apresentação de relatórios de desempenho e custos, e a monitorização da eficiência de produção.

O trabalho encontra-se concluído, com todos os requisitos essenciais implementados e validados. O modelo de dados foi testado e demonstra capacidade para suportar o crescimento futuro e adaptações a novos requisitos. O seguinte relatório documenta todas as decisões tomadas na realização do trabalho, justificando as opções de modelação e implementação seguidas, que foram sempre adotadas de acordo com as melhores práticas estudadas nas aulas.

# Índice

Índice

[Agradecimentos iii](#_Toc198928071)

[Resumo iv](#_Toc198928072)

[Índice v](#_Toc198928073)

[Índice de Figuras viii](#_Toc198928074)

[Índice de Tabelas x](#_Toc198928075)

[Lista de Siglas e Acrónimos 1](#_Toc198928076)

[1. Introdução 1](#_Toc198928077)

[1.1 Contextualização 1](#_Toc198928078)

[1.2 Apresentação do Caso de Estudo 1](#_Toc198928079)

[1.3 Motivação e Objetivos 2](#_Toc198928080)

[1.4 Estrutura do Relatório 2](#_Toc198928081)

[2. Construção do Modelo Concetual 4](#_Toc198928082)

[2.1 Identificação das Entidades 4](#_Toc198928083)

[2.2 Identificação de relacionamentos e respetiva multiplicidade 5](#_Toc198928084)

[2.3 Identificação e associação de atributos a entidades ou relacionamentos 5](#_Toc198928085)

[2.4 Identificação dos domínios de atributos 8](#_Toc198928086)

[2.5 Escolha das chaves candidatas, primárias e alternativas 8](#_Toc198928087)

[2.6 Verificação de redundância no modelo (Por Concluir) 9](#_Toc198928088)

[2.7 Validação das transações 11](#_Toc198928089)

[3. Construção do modelo lógico 12](#_Toc198928090)

[3.1 Derivação de relações para o modelo de dados lógico 12](#_Toc198928091)

[3.1.1 Entidades 12](#_Toc198928092)

[3.1.2 Relacionamentos 16](#_Toc198928093)

[3.2 Modelo de dados lógico resultante 18](#_Toc198928094)

[3.3 Validar modelo lógico com Normalização 19](#_Toc198928095)

[3.3.1 Normalização das Ordem de Fabrico 19](#_Toc198928096)

[3.3.2 Normalização da Ficha Técnica 21](#_Toc198928097)

[3.3.3 Modelo Lógico após Normalização 23](#_Toc198928098)

[3.4 Validação das transações com o modelo Lógico 24](#_Toc198928099)

[3.5 Identificação Restrições de Integridade dos dados 25](#_Toc198928100)

[3.5.1 Matéria Prima 25](#_Toc198928101)

[3.5.2 Produto 25](#_Toc198928102)

[3.5.3 SubContratados 26](#_Toc198928103)

[3.5.4 Operação 27](#_Toc198928104)

[3.5.4 Ficha Técnica 27](#_Toc198928105)

[3.5.5 Ordem de Fabrico 27](#_Toc198928106)

[3.5.6 Etapa de Produção 28](#_Toc198928107)

[3.5.7 Etapa da Ordem 28](#_Toc198928108)

[3.5.8 Restrições domínios 31](#_Toc198928109)

[3.6 Regras de Negócio 31](#_Toc198928110)

[Gestão Automatizada de Ordens de fabrico 31](#_Toc198928111)

[Controlo de Produção 31](#_Toc198928112)

[Cálculos Automáticos 31](#_Toc198928113)

[Validações de Processo 31](#_Toc198928114)

[Relatórios e Consultas 32](#_Toc198928115)

[3.7 Verificação do provável crescimento futuro F 32](#_Toc198928116)

[4. Construção do modelo físico 33](#_Toc198928117)

[4.1 Criação das tabelas no SQL Server Management Studio 33](#_Toc198928118)

[4.2 Procedures criadas para resolver os problemas de Negocio 34](#_Toc198928119)

[Criar registos de produção para todas as operações da ficha técnica 34](#_Toc198928120)

[Finish Orde stage 34](#_Toc198928121)

[4.2 Criação das procedures de CUD (Create, Update, Delete) no SQL Server Management Studio 36](#_Toc198928122)

[4.3 Views 37](#_Toc198928123)

[Eficiência Media Produção Por Ano 37](#_Toc198928124)

[Eficiência Media Produção Por Mês 38](#_Toc198928125)

[Eficiência Media Produção Por Dia 38](#_Toc198928126)

[Média Perdas de Operação em Percentagem 38](#_Toc198928127)

[Operações pendentes Por Ordem 38](#_Toc198928128)

[Custo de Produção da Ordem de Fabrico 39](#_Toc198928129)

[Custos Comparativos 39](#_Toc198928130)

[Ordens Atrasadas 39](#_Toc198928131)

[Perdas Superiores a 15% 40](#_Toc198928132)

[Operações Problemáticas 40](#_Toc198928133)

[Operações SubContratadas 40](#_Toc198928134)

[Ordens Atrasadas 40](#_Toc198928135)

[Ordens Fabrico Progresso 41](#_Toc198928136)

[Tempo total estimado por ordem 41](#_Toc198928137)

[4.4 Triggers 41](#_Toc198928138)

[Validações operações pendentes Ordem 42](#_Toc198928139)

[Cálculo do custo total da ordem de produção de uma ordem 43](#_Toc198928140)

[Verificação de possibilidade de alterar o status de uma ordem de produção 44](#_Toc198928141)

[4.5 SQL Server Agent 44](#_Toc198928142)

[5. Conclusões e Trabalho Futuro 1](#_Toc198928143)

[Bibliografia 1](#_Toc198928144)

[Referências WWW 2](#_Toc198928145)

# Índice de Figuras

[Figura 1 - 1º Diagrama ER modelo conceptual 5](#_Toc198928146)

[Figura 2 - Diagrama de transações 11](#_Toc198928147)

[Figura 3 - Modelo Lógico Resultante 18](#_Toc198928148)

[Figura 4 - Exemplo de uma Ordem de Fabrico 19](#_Toc198928149)

[Figura 5 - Legenda dos campos da Ordem de Fabrico 19](#_Toc198928150)

[Figura 6 - Forma Não Normalizada da Ordem de Fabrico 19](#_Toc198928151)

[Figura 7 -2FN Ordem Fabrico Dependencia Parcias 20](#_Toc198928152)

[Figura 8 - 2FN dependencias parciais detetadas 20](#_Toc198928153)

[Figura 9 - 3FN Ordem de Fabrico 20](#_Toc198928154)

[Figura 10 - Exemplo de uma FichaTecnica 21](#_Toc198928155)

[Figura 11 - Legenda dos campos 21](#_Toc198928156)

[Figura 12 - Forma Não Normalizada Ficha Técnica 21](#_Toc198928157)

[Figura 13 - 1FN da Ficha Técnica 21](#_Toc198928158)

[Figura 14 - 2ºFN da Ficha Técnica 22](#_Toc198928159)

[Figura 15 - 3º FN da Ficha Tecnica 22](#_Toc198928160)

[Figura 16 - Modelo Lógico após Normalização 23](#_Toc198928161)

[Figura 17 - Transações modelo lógico 24](#_Toc198928162)

[Figura 18 - 1º img Registos de produção 34](#_Toc198928163)

[Figura 19 - 2º img Registos de produção 34](#_Toc198928164)

[Figura 20 - verifcação ordem das operacoes 35](#_Toc198928165)

[Figura 21 - alertas de perdas superiores a 15% 35](#_Toc198928166)

[Figura 22 - soma das perdas da operação 36](#_Toc198928167)

[Figura 23 - Atualização automatica da ordem 36](#_Toc198928168)

[Figura 24 - Storage procedures criadas 37](#_Toc198928169)

[Figura 25 - Eficiencia Media Producao por ano 37](#_Toc198928170)

[Figura 26 - Tabela da eficiencia media producao por ano 37](#_Toc198928171)

[Figura 27 - Eficiencia Media Produção por Mês 38](#_Toc198928172)

[Figura 28 - Tabela da Eficiencia Media Producao por Mês 38](#_Toc198928173)

[Figura 29 - Eficiência Média Produção por dia 38](#_Toc198928174)

[Figura 30 - Tabela Eficiência Média Produção por dia 38](#_Toc198928175)

[Figura 31 - Media de Perdas de Operação em Perdas 38](#_Toc198928176)

[Figura 32 - Operações Por ordem 38](#_Toc198928177)

[Figura 33 - Tabela das Operações por Ordem 38](#_Toc198928178)

[Figura 34 - Custo de Produção da Ordem de Fabrico 39](#_Toc198928179)

[Figura 35 - Tabela do Custo de Produção da Ordem de Fabrico 39](#_Toc198928180)

[Figura 36 - Custos Comparativos 39](#_Toc198928181)

[Figura 37 - Tabela dos Custos Comparativos 39](#_Toc198928182)

[Figura 38 - Ordens Atrasadas 39](#_Toc198928183)

[Figura 39 - Tabela das Ordens Atrasadas 39](#_Toc198928184)

[Figura 40 - Perdas Superiores a 15% 40](#_Toc198928185)

[Figura 41 - Tabelas de Perdas Superiores a 15% 40](#_Toc198928186)

[Figura 42 - Operações Problemáticas 40](#_Toc198928187)

[Figura 43 - Tabela das Operações Problematicas 40](#_Toc198928188)

[Figura 44 - Operações SubContratadas 40](#_Toc198928189)

[Figura 45 - Tabelas Operacoes SubContratadas 40](#_Toc198928190)

[Figura 46 - Ordens Atrasadas 40](#_Toc198928191)

[Figura 47 - Tabelas das Ordens Atrasadas 40](#_Toc198928192)

[Figura 48 - Ordens de Fabrico Progresso 41](#_Toc198928193)

[Figura 49 - Tabela Progresso das Ordens de Fabrico 41](#_Toc198928194)

[Figura 50 - Tempo total estimado por ordem 41](#_Toc198928195)

[Figura 51 - Exemplo do funcionamento da vista Tempo total estimado por ordem 41](#_Toc198928196)

[Figura 52 - Calculos custos da ordem 42](#_Toc198928197)

[Figura 53- Validação Status da Ordem 42](#_Toc198928198)

[Figura 54 - Trigger para cálculo automatizado do custo total da ordem de produção de uma ordem 43](#_Toc198928199)

[Figura 55 - Trigger que verifica se é possivel alterar o status de uma ordem de produção para concluida verificando se todas as etapas dessa ordem ja estão concluidas 44](#_Toc198928200)

[Figura 56 - Storage Procedure ALERT\_ORDER\_LATE 45](#_Toc198928201)

[Figura 57 - Tabela de alertas 45](#_Toc198928202)

[Figura 58 - Nome do job 46](#_Toc198928203)

[Figura 59 - Etapa do job 47](#_Toc198928204)

[Figura 60 - Programação do Agente 47](#_Toc198928205)

# Índice de Tabelas

[Tabela 1 - Lista de Siglas e Acrónimos 1](#_Toc198928206)

[Tabela 2 - Identificação das Entidades 4](#_Toc198928207)

[Tabela 3 - Relacionamentos e multiplicidade 5](#_Toc198928208)

[Tabela 4 - Entidades e atributos 8](#_Toc198928209)

[Tabela 5 - Dominios dos atributos 8](#_Toc198928210)

[Tabela 6 - Chaves Candidatas, Primarias e Alternativas 9](#_Toc198928211)

[Tabela 7 - Diagrama conceptual com chaves primárias 9](#_Toc198928212)

[Tabela 8 - Entidades Fortes 14](#_Toc198928213)

[Tabela 9 - Chaves Primarias e Estrangeiras, entidades Fortes 14](#_Toc198928214)

[Tabela 10 - Entidades Fracas 15](#_Toc198928215)

[Tabela 11 - Chaves Entidades Fracas 16](#_Toc198928216)

# Lista de Siglas e Acrónimos

|  |  |
| --- | --- |
| Sigla | Designação |
| BD | Base de dados |
| SQL | *Structured Query Language* |
| PK | Chave Primária (*Primary Key*) |
| FK | Chave Estrangeira (*Foreign Key*) |
| 1FN | 1º Forma Normal |
| 2FN | 2º Forma Normal |
| 3FN | 3º Forma Normal |

Tabela 1 - Lista de Siglas e Acrónimos

# 1. Introdução

## 1.1 Contextualização

A indústria do calçado em Felgueiras destaca-se pela sua importância económica, inovação e capacidade de adaptação às exigências do mercado nacional e internacional, revelando se como uma área de atividade industrial de importante valorização da região de Felgueiras como também do país , valorizando os seus trabalhadores e contribuindo para o crescimento económico do setor e de Portugal . O setor caracteriza-se por uma forte componente produtiva, onde a eficiência, o controlo de qualidade e a gestão rigorosa dos processos são determinantes para a competitividade das empresas. Neste contexto, a gestão eficaz das ordens de produção assume um papel fundamental, visto que permite monitorizar todas as etapas do fabrico e conceção de um artigo ( calçado) , desde a receção da encomenda até à expedição do produto final, garantindo o controlo dos custos e uma resposta adequada às necessidades dos clientes.

Com a crescente complexidade dos processos produtivos e a necessidade de integração de operações internas e subcontratadas, torna-se fundamental dispor de sistemas de informação robustos que permitam a recolha, armazenamento e análise dos dados obtidos ao longo do ciclo de produção. Neste sentido , a informatização destes processos, através do desenvolvimento e implementação de uma base de dados relacional, permite não só automatizar tarefas relacionadas com as operações e administração, como também fornecer dados sobre o desempenho e a eficiência destas fábricas o que ajuda com base na informação recolhida a tomar melhores decisões para o negócio .

## 1.2 Apresentação do Caso de Estudo

O caso de estudo apresentado neste trabalho assenta sobre a gestão de ordens de produção numa fábrica de calçado, onde são produzidos diversos artigos (sapatos, botas, sandálias), cada um com processos técnicos e operações específicas. Cada ordem de fabrico define os produtos a fabricar, as quantidades necessárias e o prazo de conclusão, sendo suportada por uma ficha técnica que apresenta a sequência de operações (ex.: corte, costura, montagem, acabamento), as matérias-primas envolvidas e os recursos necessários.

A base de dados a desenvolver deverá ser capaz de :

* Registar e acompanhar todas as ordens de fabrico, incluindo o estado e progresso das mesmas.
* Controlar as operações realizadas, quantidades produzidas, perdas e custos, tanto em operações internas como subcontratadas.
* Identificar atrasos, perdas excessivas e operações problemáticas.
* Apresentar relatórios , nomeadamente sobre eficiência de produção, custos e desempenho dos parceiros externos , ou seja , dos subcontratados

## 1.3 Motivação e Objetivos

A principal motivação para a realização deste trabalho reside na necessidade de dotar a fábrica de calçado de uma ferramenta informática que permita:

* Melhorar o acesso e o controlo das ordens de fabrico.
* Automatizar a gestão de alertas e restrições dos processos de produção, minimizando erros e desperdícios.
* Disponibilizar informação em tempo útil para apoio à decisão, nomeadamente através de relatórios e indicadores de desempenho.
* Facilitar a integração entre operações internas e subcontratadas, assegurando o cumprimento dos prazos e a otimização dos recursos disponíveis .

Os objetivos específicos do projeto incluem:

* Levantar e analisar os requisitos dos processos de produção de uma ordem de fabrico .
* Desenhar um modelo de dados relacional que represente a realidade da fábrica de calçado .
* Implementar a base de dados em SQL Server, incluindo a criação da tabelas , dos triggers, procedures e as views para suportar as regras de negócio e as consultas exigidas.
* Validar o sistema com dados aleatórios para garantir a consistência e a integridade dos dados e da base de dados

## 1.4 Estrutura do Relatório

O relatório encontra-se organizado e estruturado da seguinte forma:

* O **Capítulo 1** apresenta a contextualização, o caso de estudo, a motivação e os objetivos do trabalho, bem como a estrutura do relatório.
* O **Capítulo 2** descreve a construção do modelo conceptual, incluindo a identificação das entidades, relacionamentos, atributos e validação do modelo conceptual.
* O **Capítulo 3** aborda a transformação do modelo conceptual para o modelo lógico, a normalização das relações, a definição das restrições de integridade e a validação e revisão do modelo lógico com o utilizador.
* O **Capítulo 4** detalha a implementação do modelo físico em SQL Server, a criação das tabelas, procedimentos, triggers e views.
* O **Capítulo 5** apresenta as conclusões, uma apreciação crítica do trabalho realizado e sugestões para desenvolvimentos futuros.
* Por fim, são incluídos anexos com informação adicional, referências bibliográficas e outros elementos de apoio à compreensão e à realização do trabalho

# 2. Construção do Modelo Concetual

## 2.1 Identificação das Entidades

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Nome Entidade | Descrição | Pseudónimos | Ocorrências |
| Operacao | Termo geral que descreve todas as operações internas da empresa | Operações internas das empresas | Uma operação interna é realizada em zero ou mais Fichas Técnicas. Uma operação ela gerar um produto final (que é um material utilizado em outra operação) |
| SubContratado | Termo geral que descreve todas as operações subContratadas | Operações subcontratadas pela empresa | Uma operação sub Contratada pode ser contratada para zero ou mais Ordens de Fabrico. Um SubContrato gera um produto final (que é um material utilizado em outra operação) |
| FichaTecnica | Termo geral que descreve todas as fichas técnicas dos produtos | Ficha técnica do produto | Uma ficha técnica é composta pelas etapas de produção (que são um conjunto de operações), todos os materiais utilizados na etapa de produção e vai referenciar um produto |
| Produto | Termo geral que descreve todos os produtos que a empresa comercializa | Artigos | Um produto possui zero ou mais fichas técnicas. |
| MateriaPrima | Termo geral que descreve os Materiais utilizados pela empresa nas suas Etapas de Produção | Material | Um material pode ser utilizado em zero ou mais subContratos e em zero ou mais FichasTecnicas |
| OrdemFabrico | Termo geral que descreve todas as ordens de fabrico | Ordens de Fabrico | Uma ordem de fabrico inclui um ou mais produtos e zero ou mais operações subContratadas |

Tabela 2 - Identificação das Entidades

## 2.2 Identificação de relacionamentos e respetiva multiplicidade

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Nome Entidade | Multiplicidade | Relacionamentos | Multiplicidade | Nome Entidade |
| Produto | 1..1 | Descreve\_possui | 0..\* | Ficha Tecnica |
| FichaTecnica | 1..1 | EtapasDeProducao | 1..\* | EtapaProducao |
| SubContratado | 1..1 | PodePossuir | 0..\* | EtapaOrdem |
| OrdemFabrico | 1..1 | FazParteDe | 1..\* | EtapaOrdem |
| Operacao | 0..\* | OperacoesNecessarias | 1..\* | EtapaProducao |

Tabela 3 - Relacionamentos e multiplicidade

De maneira que seja mais percetível a identificação dos relacionamentos e respetiva multiplicidade é possível observar abaixo um pequeno esboço do diagrama do modelo conceptual.

Uma imagem com texto, diagrama, captura de ecrã, file

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 1 - 1º Diagrama ER modelo conceptual

## 2.3 Identificação e associação de atributos a entidades ou relacionamentos

Após identificarmos todas as entidades e as suas relações chegamos há etapa de definir os atributos de cada uma.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nome Entidade | Atributos | | Descrição | Tipo de Dado e Tamanho | Nulls | Multi-valued |
| Matéria Prima | MatNo | | Codigo único da matéria prima | MatNo | Não | Não |
| Name | | Nome do Material | 50 nvarchar | Não | Não |
| PriceUn | | Preço unitário desse material | PriceUn | Não | Não |
| Stock | quantidade | Quantidade em stock do material | int | Não | Não |
| unidadeStock | Unidade de medida desse stock | 5 nvarchar | Não | Não |
| Obs | | Observações sobre a Materia Prima | 250 nvarchar | Sim | Não |
| SubContratadas | SubContratadoNo | | Código Único da operação subContratada | SubContratadoNo | Não | Não |
| Price | | Preço da operação | float | Não | Não |
| ExpectedTime | | Tempo esperado de duração do subContrato | intt | Não | Não |
| QuantidadeEnviada | | Quantidade de material enviado ao subContratado | int | Não | Não |
| QuantidadeRecebida | | Quantidade do material final recebida do subContratado | int | Não | Não |
| QuantidadePerdas | | Quantidade de material defeituoso enviado pelo subContratado | int | Não | Não |
| Operação | OpNo | | Código único da operação | OpNo | Não | Não |
| Name | | Nome da operação | 30 nvarchar | Não | Não |
| Obs | | Observação sobre a operação | 250 nvarchar | Sim | Não |
| FichaTecnica | FichTecNo | | Codigo Único da Ficha Técnica | FichTecNo | Não | Não |
| ProductionCost | | Custo de Produção da Ficha Técnica | float | Não | Não |
| ExpectedQuantity | | Quantidade Esperada da produção do produto | int | Não | Não |
| MadeAmount | | Quantidade real produzida | int | Não | Não |
| DiscardedAmount | | Quantidade de produto desperdiçado | int | Não | Não |
| QuantityMaterial | | Quantidade de material utilizado | int | Não | Sim |
| Obs | | Observações da ficha Técnica | 250 nvarchar | Sim | Não |
| Produto | ProductNo | | Código único do produto | ProductNo | Não | Não |
| PriceUn | | Preço do unitário do produto | float | Não | Não |
| Name | | Nome do produto | 30 nvarchar | Não | Não |
| productType | | Tipo do produto | 20 nvarchar | Não | Não |
| Descrição | | Descrição do produto | 250 nvarchar | Sim | Não |
| Tamanhos | | Tamanhos fabricaveis do produto (Ex: 41-45) | 5 nvarchar | Não | Não |
| Peso | | Peso total do produto | float | Não | Não |
| Género | | Identifica o género a quem se identifica o produto | 1 char | Não | Não |
| Stock | Quantidade | Quantidade em stock do produto | int | Não | Não |
| unidade | Unidade da quantidade de stock | 5 nvarchar | Não |
| OrdemFabrico | ManufacturingNo | | Código único da ordem de fabrico | ManufacturingNo | Não | Não |
| CostCharged | | Custo cobrado ao cliente pelos produtos | float | Não | Não |
| Status | | Estado atual da ordem | 1 nchar | Não | Não |
| CreationDate | | Data de criação da ordem. | DateTime | Não | Não |
| StartDate | | Data de início da ordem, quando foi iniciada a produção. | DateTime | Sim | Não |
| ExpectedEndDate | | Date esperada de termino da ordem de produção | DateTime | Não | Não |
| EndDate | | Data de termino da ordem de produção | Date | Sim | Não |
| Priority | | Prioridade da ordem de produção | smallint | Não | Não |
| Obs | | Observações da ordem de Fabrico | 250 nvarchar | Não | Sim |

Tabela 4 - Entidades e atributos

## 2.4 Identificação dos domínios de atributos

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Nome do Dominio | Descrição | Tipo de Dado e Tamanho | Nulls |
| MatNo | Código Único do material | 7 nchar | Não |
| OpNo | Código Único de uma Operação | 5 nchar | Não |
| SubContratadoNo | Código Único do SubContratado | 5 nchar | Não |
| FichTecNo | Código Único de uma Ficha Técnica | 5 nchar | Não |
| ProductNo | Código único de um produto | 5 nchar | Não |
| ManufactoringNo | Código único de uma ordem de fabrico | 5 nchar | Não |

Tabela 5 - Dominios dos atributos

## 2.5 Escolha das chaves candidatas, primárias e alternativas

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Entidade | Chave Primaria | Chaves Candidatas |
| Matéria Prima | MatNo | Nome |
| Sub Contratado | SubContratadoNo | Nome |
| Operação | OpNo | Nome |
| Ficha Técnica | FichTecNo | - |
| Produto | ProductNo | Nome |
| Ordem Fabrico | ManufactoringNo | - |

Tabela 6 - Chaves Candidatas, Primarias e Alternativas

Uma imagem com texto, diagrama, captura de ecrã, file

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Tabela 7 - Diagrama conceptual com chaves primárias

## 2.6 Verificação de redundância no modelo (Por Concluir)

O processo de verificação de redundância no modelo de dados envolve várias etapas para garantir que não haja duplicações desnecessárias e que a integridade dos dados seja mantida. Este processo pode ser divido em várias etapas, sendo elas:

**Etapa 1**: Verificação de Relacionamentos 1 para1

Nesta primeira etapa verificamos se existem entidades com um relacionamento 1 para 1.

No nosso desenho conceptual não foi encontrado nenhum desses tipos de relacionamento, portanto não houve a necessidade de ajustes nesta etapa.

**Etapa 2**: Remover relacionamentos redundantes

Um relacionamento é redundante se a mesma informação puder ser obtida por meio de outros relacionamentos. Manter o modelo conceitual sucinto, eliminando ligações desnecessárias.

Ao rever o nosso diagrama não foi detetado nenhum desses problemas, visto que os únicos cenários possíveis era o relacionamento entre a Ficha Técnica e as Operações e a Ficha Técnica com as Matérias Prima, que já foi resolvido com um relacionamento Ternário, com o nome Etapa de Produção.

E outro possível problema que o relacionamento Binário resolve era o relacionamento entre as Ordens de Fabrico e as Etapas de Produção e as mesmas Etapas com os SubContratados.

Logo o nosso diagrama não apresenta nenhum problema de relacionamentos redundantes.

**Etapa 3**: Dimensão Temporal

A dimensão temporal das relações é essencial para avaliar corretamente a presença de redundâncias no modelo de dados. Esta análise permite compreender o contexto temporal de cada relacionamento, ajudando a evitar a eliminação de relações que, embora pareçam redundantes num dado instante, são fundamentais para manter a coerência histórica e funcional do sistema.

No nosso modelo, identificámos uma limitação ao nível da gestão temporal dos preços. Atualmente, os valores dos materiais e produtos estão armazenados diretamente nas respetivas tabelas (Material e Produto). No entanto, esta abordagem não regista o histórico de preços. Se o preço unitário de um material for alterado, essa alteração afetará retroativamente o custo das ordens de fabrico já emitidas, o que compromete a fidelidade dos dados históricos e pode ter consequências negativas na análise de custos da empresa.

Apesar desta falha pontual, o nosso diagrama evita relacionamentos redundantes e, na generalidade, respeita os princípios da dimensão temporal. Contudo, recomendamos a introdução de uma entidade associativa para preços com validade temporal para garantir a rastreabilidade correta ao longo do tempo.

## 2.7 Validação das transações

Na imagem abaixo, é possível observar o nosso diagrama de transações. Embora a Ficha Técnica e o Produto não estejam diretamente envolvidos em nenhuma transação representada, ambos desempenham um papel fundamental no funcionamento do sistema.

O Produto é essencial, pois sem ele as ordens de fabrico perderiam o seu propósito — não haveria referência sobre o que deve ser produzido. Da mesma forma, a Ficha Técnica fornece os detalhes do processo de produção, como os materiais e operações necessárias para fabricar o produto. Sem essa informação, seria impossível executar corretamente a produção.

Assim, mesmo que não participem diretamente em transações específicas no diagrama, o Produto e a Ficha Técnica são elementos estruturais indispensáveis ao funcionamento coerente e completo do sistema.

Uma imagem com diagrama, texto, desenho, esboço

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 2 - Diagrama de transações

Legenda do diagrama

* a 🡪 Listar Ordens em atraso com o respetivo tempo de atraso;
* b 🡪 Listar Operações Problemáticas;
* c 🡪 Custos Comparativos entre operação interna e externa;
* d 🡪 Consultar as Ordens de fabrico em curso com indicação do progresso;
* e 🡪 Relatório de operações com perdas superiores a 15%;
* f 🡪 Listar as Operações mais frequentemente subContratadas e respetivos custos;
* g 🡪 Determinar o custo total de produção de uma ordem;
* h 🡪 Consultar lista de operações pendentes para cada ordem, ordenadas por prioridade;
* i 🡪 Estimar o tempo total necessários para concluir uma ordem, com base no tempo médio das operações;
* j 🡪 Calcular a eficiência média de produção por período.

# 3. Construção do modelo lógico

## 3.1 Derivação de relações para o modelo de dados lógico

Neste tópico, vamos derivar os relacionamentos para o modelo lógico com base no modelo conceitual apresentado. Esta derivação inclui a definição de entidades, atributos, chaves primárias, chaves estrangeiras e a tradução de relacionamentos conforme identificado no modelo conceitual.

### 3.1.1 Entidades

3.1.1 Entidades Fortes

As entidades fortes são um tipo de entidade própria que cuja a sua existência não depende de outra, normalmente refeltida por uma única PK.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Nome Entidade | Atributos | Descrição | Tipo de Dado e Tamanho | Nulls |
| Matéria Prima | MatNo | Código único da matéria prima | MatNo | Não |
| Name | Nome do Material | 50 nvarchar | Não |
| PriceUn | Preço unitário desse material | float | Não |
| QuantityStock | Quantidade em stock do material | Int | Não |
| unidadeStock | Unidade de medida desse stock | 5 nchar | Não |
| Obs | Observações sobre a Materia Prima | 250 nvarchar | Sim |
| SubContratadas | SubContratadoNo | Código Único da operação subContratada | SubContratadoNo | Não |
| Name | Nome do SubContratado | 30 nvarchar | Não |
| Obs | Observação sobre o subContratado | 250 nvarchar | Sim |
| Operação | OpNo | Código único da operação | OpNo | Não |
| Name | Nome da operação | 30 nvarchar | Não |
| Obs | Observação sobre a operação | 250 nvarchar | Sim |
| Ficha Técnica | FichTecNo | Código Único da Ficha Técnica | FichTecNo | Não |
| ProductNo | Código único do produto | ProductNo | Não |
| Obs | Observações da ficha Técnica | 250 nvarchar | Sim |
| Produto | ProductN | Código único do produto | ProductNo | Não |
| PriceUn | Preço do unitário do produto | float | Não |
| Name | Nome do produto | 30 nvarchar | Não |
| productType | Tipo do produto | 20 nvarchar | Não |
| Description | Descrição do produto | 250 nvarchar | Sim |
| Sizes | Tamanhos fabricaveis do produto (Ex: 41-45) | 5 nchar | Não |
| weight | Peso total do produto | float | Não |
| gender | Identifica o género a quem se identifica o produto | 1 char | Não |
| quantityStock | Quantidade em stock do produto | Int | Não |
| unityStock | Unidade da quantidade de stock | 5 nchar | Não |
| OrdemFabrico | ManufacturingNo | Código único da ordem de fabrico | ManufacturingNo | Não |
| CreationDate | Data de criação da ordem. | DateTime | Não |
| StartDate | Data de início da ordem, quando foi iniciada a produção. | DateTime | Sim |
| EndDate | Data de termino da ordem de produção | DateTime | Sim |
| ExpectedEndDate | Data Esperada da conclusão da Ordem de Fabrico | DateTime | Não |
| TotTimeExpected | Tempo Total esperado para a conclusão da Ordem de Fabrico | Int | Não |
| TotCostSubContract | Custo total em SubContratados | Int | Não |
| Priority | Prioridade da ordem de produção | smallInt | Não |
| Status | Estado atual da ordem | char | Não |
| Obs | Observações da ordem de Fabrico | 250 nvarchar | Não |

Tabela 8 - Entidades Fortes

Abaixo é apresentada a tabela com as chaves Primárias de cada uma dessas entidades

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Entidade | PK | FK |
| Produto | ProductNo | - |
| Operacao | OpNo | - |
| Materia Prima | MatNo | - |
| SubContratado | SubContratadoNo | - |
| Ficha Técnica | FichTecNo | ProductNo |
| Ordem Fabrico | ManufactoringNo | - |

Tabela 9 - Chaves Primarias e Estrangeiras, entidades Fortes

3.1.2 Entidades Fracas

As entidades fracas são o oposto das entidades fortes, pois este tipo de entidades para existirem ele necessitam da existência de outras entidades.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Nome Entidade | Atributos | Descrição | Tipo de Dado e Tamanho | Nulls |
| Etapa de Produção | FichTecNo | Código da Ficha Técnica | FichTecNo | Não |
| OpNo | Código da operação | OpNo | Não |
| MaterialNo | Código do Material Utilizado na ficha Tecnica | MatNo | Não |
| Type | Tipo do Material Utilizado na Etapa de Produção Interna | TypeMaterial | Não |
| Etapa Ordem de Fabrico | ManufacturingNo | Código da ordem de fabrico | ManufacturingNo | Não |
| FichTecNo | Código da Ficha Técnica | FichTecNo | Não |
| OpNo | Código da Operação | OpN | Não |
| QuantityMaterialOp | Quantidade de material utilizado na Operação ou do material final | Int | Não |
| QuantityLostOp | Quantidade de material Perdida na operação ou do material final | Int | Não |
| OpSubNo | Código Único da operação subContratada | SubContratadoNo | Sim |
| QuantityMaterialSub | Quantidade de material | Int | Sim |
| QuantiryReceivedSub | Quantidade de material recebido do subcontratado | Int | Sim |
| QuantityLostSub | Quantidade de material Perdido | Int | Sim |
| PriceSub | Preço do subContratado | Float | Sim |
| MaterialNo | Código do Material | MatNo | Não |
| Type | Tipo do Material | TypeMaterial | Não |
| TotQuantity | Quantidade Total | Int | Não |
| TotQuantityLost | Quantidade Total perdida | Int | Não |
| Priority | Prioridade da etapa | Int | Sim |
| TimeInMinutes | Tempo estimado da etapa | Int | Sim |
| Status | Estado da etapa | 1 nchar | Sim |
| Ordem | Ordem em que a operação é executada | int | Sim |

Tabela 10 - Entidades Fracas

Abaixo é possível ver a tabelas com as chaves primárias e chaves estrangeiras de cada uma destas entidades.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Entidade | PK | FK |
| Etapa Producao | FichTecNo, OpNo, MatNo, Type | FichTecNo |
| OpNo |
| MatNo |
| Etapa Ordem | ManufactoringNo, FichTecNo, OpNo, MatNo, Type | ManufactoringNo |
| FichTecNo, OpNo, MatNo, Type |
| SubContratadoNo |

Tabela 11 - Chaves Entidades Fracas

### 3.1.2 Relacionamentos

3.1.2.1 Relacionamentos 1 para 1

No nosso diagrama não obtivemos nenhum relacionamento deste tipo

3.1.2.2 Relacionamento 1 para muitos

Os relacionamentos de 1 para muitos que possuímos no nosso sistema são os seguintes

* Produto 1.1 -- 0..\*Ficha Técnicas
  + Entidade Pai: Produto
    - PK : ProductNo
  + Entidade Filho: Ficha Técnica
    - PK: FichaTecNo
    - FK: ProductNo
* Ficha Técnica 1..1 – 1..\* Etapa Producao
  + Entidade Pai: Ficha Tecnica
    - PK: FichTecNo
  + Entidade Filho: Etapa Producao
    - PK: FichTecNo, OpNo, MaterialNo, Type
    - FK: FichTecNo
* Operacao 1..1 – 0..\* Etapa Producao
  + Entidade Pai: Operacao
    - PK: OpNo
  + Entidade Filho: Etapa Producao
    - PK: FichTecNo, OpNo, MaterialNo, Type
    - FK: OpNo
* Materia Prima 1..1 – 0..\* EtapaProducao
  + Entidade Pai: Materia Prima
    - PK: MatNo
  + Entidade Filho: Etapa Producao
    - PK: FichTecNo, OpNo, MaterialNo, Type
    - FK: MatNo
* SubContratado 0..1 – 0..\* EtapasOrdem
  + Entidade Pai: SubContratado
    - PK: SubContratadoNo
  + Entidade Filho: EtapasOrdem
    - PK: ManufacturingNo, FichTecNo, OpNo, MaterialNo, Type
    - FK: SubContratadoNo
* OrdemFabrico 1..1 – 1..\* Etapas Ordem
  + Entidade Pai: Ordem Fabrico
    - PK: ManufacturingNo
  + Entidade Filho: Etapas Ordem
    - PK: ManufacturingNo, FichTecNo, OpNo, MaterialNo, Type
    - FK: ManufacturingNo
* Etapa Ordem 1..1 – 1..\* Etapa Producao
  + Entidade Filho: Etapa Producao
    - PK: FichTecNo, OpNo, MaterialNo, Type
    - FK: FichTecNo
    - FK: MatNo
    - FK: OpNo
  + Entidade Filha: Etapa Ordem
    - PK: ManufacturingNo, FichTecNo, OpNo, MaterialNo, Type
    - FK: ManufacturingNo
    - FK: SubContratadoNo
    - FK: FichTecNo, OpNo, MaterialNo, Type

3.1.2.3 Relacionamento muitos para muitos

No nosso diagrama não obtivemos nenhum relacionamento deste tipo

## 3.2 Modelo de dados lógico resultante

Uma imagem com texto, diagrama, Tipo de letra, captura de ecrã

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 3 - Modelo Lógico Resultante

## 3.3 Validar modelo lógico com Normalização

### 3.3.1 Normalização das Ordem de Fabrico

Na imagem abaixo é possível observar um exemplo de um documento de uma ordem de Fabrico

Uma imagem com texto, captura de ecrã, file, Tipo de letra

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos., Imagem

Figura 4 - Exemplo de uma Ordem de Fabrico

Legenda dos campos apresentados

Uma imagem com texto, captura de ecrã, menu, Tipo de letra

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos., Imagem

Figura 5 - Legenda dos campos da Ordem de Fabrico

**Forma Não Normalizada**

Forma inicial do documento onde há redundância e possíveis grupos repetidos. Vamos normalizar isso passo a passo.

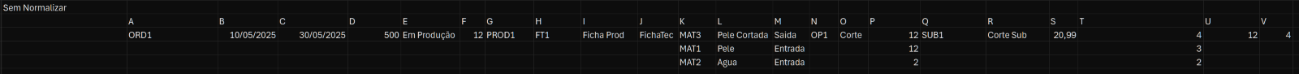


Figura 6 - Forma Não Normalizada da Ordem de Fabrico

**1º Forma Normal**

Caixa de texto 1, Caixa de TextoNa 1º forma normal preenchemos a ficha técnica com todos os valores redundantes e identificamos uma PK, que nos permita identificar cada tuplo da ficha Técnica.

**2º Forma Normal**

Na 2º Forma iremos identificar as dependências parciais da PK detetada na 1FN

Uma imagem com captura de ecrã, texto, file, preto

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 7 -2FN Ordem Fabrico Dependencia Parcias

Uma imagem com captura de ecrã, texto, file, número

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 8 - 2FN dependencias parciais detetadas

**3º Forma Normal**

Na 3º Forma Normal vamos tentar detetar as dependências transitivas do resultado da 2º FN e as FK de cada uma das dependências transitivas, caso tenham.

Uma imagem com texto, captura de ecrã, astronomia

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 9 - 3FN Ordem de Fabrico

### 3.3.2 Normalização da Ficha Técnica

Uma imagem com texto, captura de ecrã, file, número

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 10 - Exemplo de uma FichaTecnica

Legenda dos campos apresentados

Uma imagem com texto, captura de ecrã, Tipo de letra, número

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 11 - Legenda dos campos

**Forma Não Normalizada**

Forma inicial do documento onde há redundância e possíveis grupos repetidos. Vamos normalizar isso passo a passo.

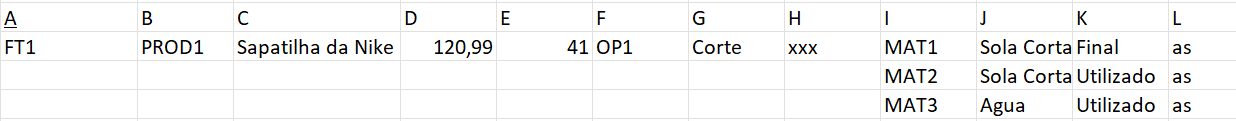


Figura 12 - Forma Não Normalizada Ficha Técnica

**1º Forma Normal (1FN)**

Na 1º forma normal preenchemos a ficha técnica com todos os valores redundantes e identificamos uma PK, que nos permita identificar cada tuplo da ficha Técnica

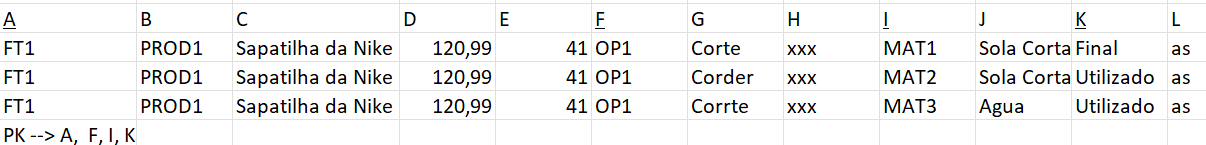


Figura 13 - 1FN da Ficha Técnica

**2º Forma Normal(2FN)**

Na 2º Forma iremos identificar as dependências parciais da PK detetada na 1FN

Uma imagem com texto, número, captura de ecrã, Tipo de letra

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 14 - 2ºFN da Ficha Técnica

**3º Forma Normal**

Na 3º Forma Normal vamos tentar detetar as dependências transitivas do resultado da 2º FN e as FK de cada uma das dependências transitivas, caso tenham.

Uma imagem com texto, captura de ecrã, número, Tipo de letra

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 15 - 3º FN da Ficha Tecnica

### 3.3.3 Modelo Lógico após Normalização

Uma imagem com texto, diagrama, Esquema, Tipo de letra

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 16 - Modelo Lógico após Normalização

## 3.4 Validação das transações com o modelo Lógico

Na imagem abaixo, é possível observar o nosso diagrama de transações. Embora a Ficha Técnica e o Produto não estejam diretamente envolvidos em nenhuma transação representada, ambos desempenham um papel fundamental no funcionamento do sistema.

O Produto é essencial, pois sem ele as ordens de fabrico perderiam o seu propósito — não haveria referência sobre o que deve ser produzido. Da mesma forma, a Ficha Técnica fornece os detalhes do processo de produção, como os materiais e operações necessárias para fabricar o produto. Sem essa informação, seria impossível executar corretamente a produção.

Assim, mesmo que não participem diretamente em transações específicas no diagrama, o Produto e a Ficha Técnica são elementos estruturais indispensáveis ao funcionamento coerente e completo do sistema.

Uma imagem com texto, diagrama, esboço, desenho

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 17 - Transações modelo lógico

Legenda do diagrama

* a 🡪 Listar Ordens em atraso com o respetivo tempo de atraso;
* b 🡪 Listar Operações Problemáticas;
* c 🡪 Custos Comparativos entre operação interna e externa;
* d 🡪 Consultar as Ordens de fabrico em curso com indicação do progresso;
* e 🡪 Relatório de operações com perdas superiores a 15%;
* f 🡪 Listar as Operações mais frequentemente subContratadas e respetivos custos;
* g 🡪 Determinar o custo total de produção de uma ordem;
* h 🡪 Consultar lista de operações pendentes para cada ordem, ordenadas por prioridade;
* i 🡪 Estimar o tempo total necessários para concluir uma ordem, com base no tempo médio das operações;
* j 🡪 Calcular a eficiência média de produção por período.

## 3.5 Identificação Restrições de Integridade dos dados

### 3.5.1 Matéria Prima

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Atributos | Tipo de Dado e Tamanho | Restrições | Nulls |
| MatNo | MatNo | - | Não |
| Name | 50 nvarchar | - | Não |
| PriceUn | float | Tem de ser superior ou igual a 0 | Não |
| QuantityStock | Int | - | Não |
| unidadeStock | 5 nchar | Só pode aceitar um destes valores:   * M * M^2 * Peça * Kg * L * Un | Não |
| Obs | 250 nvarchar | - | Sim |

### 3.5.2 Produto

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Atributos | Tipo de dados e Tamanho | Restrições | Nulls |
| ProductN | ProductNo | - | Não |
| PriceUn | float | Tem de ser superior ou igual a 0 | Não |
| Name | 30 nvarchar | - | Não |
| productType | 20 nvarchar | Tem de ser um dos seguintes valor:   * “Bota”, * “Sapatilha”, * “Chuteira”, * “Sandália”, * “Chinelo”, * “Outro” | Não |
| Description | 250 nvarchar | - | Sim |
| Sizes | 5 nchar | - | Não |
| weight | float | Superior ou igual a 0 | Não |
| gender | 1 char | Só pode aceitar os valores:   * “M”; * “F”; * “U” | Não |
| quantityStock | Int | - | Não |
| unityStock | 5 nchar | Só pode aceitar um destes valores:   * Par * Un * Caixa * Lote | Não |

### 3.5.3 SubContratados

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Atributos | Tipo de dados e Tamanho | Restrições | Nulls |
| SubContratadoNo | SubContratadoNo | - | Não |
| Name | 30 nvarchar | Não pode haver dois subContratados com o mesmo nome  *Unique Key* | Não |
| Obs | 250 nvarchar | - | Sim |

### 3.5.4 Operação

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Atributos | Tipo de dados e Tamanho | Restrições | Nulls |
| OpNo | OpNo | - | Não |
| Name | 30 nvarchar | Não pode haver duas operações com o mesmo nome  *Unique Key* | Não |
| Obs | 250 nvarchar |  | Sim |

### 3.5.4 Ficha Técnica

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Atributo | Tipo de dados e Tamanho | Restrições | Nulls |
| FichTecNo | FichTecNo | - | Não |
| ProductNo | ProductNo | - | Não |
| Obs | 250 nvarchar | - | Sim |

### 3.5.5 Ordem de Fabrico

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Atributo | Tipo de dados e Tamanho | Restrições | Nulls |
| ManufacturingNo | ManufacturingNo | - | Não |
| CreationDate | DateTime | - | Não |
| StartDate | DateTime | Deve ser superior ou igual há data de criação e inferior ou igual as datas de fim | Sim |
| EndDate | DateTime | Deve ser superior ou igual as datas de criação e de começo.  Deve ser inferior ou igual há data atual | Sim |
| ExpectedEndDate | DateTime | Deve ser superior há data de criação da Ordem.  Deve ser inferior ou igual há data criação | Não |
| TotTimeExpected | Int | Deve ser superior ou igual a 0 | Não |
| TotCostSubContract | Int | Deve ser superior ou igual a 0 | Não |
| Priority | smallInt | Pode assumir um destes valores:   * 1: Alta * 2: Medio * 3: Baixo | Não |
| Status | char | Somente são permitidos os seguintes valores:   * P:“Pendente”, * E:”Execução”, * C:”Concluída” | Não |
| Obs | 250 nvarchar | - | Não |

### 3.5.6 Etapa de Produção

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Atributo | Tipo de dados e Tamanho | Restrições | Nulls |
| FichTecNo | FichTecNo | - | Não |
| OpNo | OpNo | - | Não |
| MaterialNo | MatNo | - | Não |
| Type | TypeMaterial | - | Não |

### 3.5.7 Etapa da Ordem

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Atributo | Tipo de dados e Tamanho | Restrições | Nulls |
| ManufacturingNo | ManufacturingNo | - | Não |
| FichTecNo | FichTecNo | - | Não |
| OpNo | OpN | - | Não |
| QuantityMaterialOp | Int | Tem de ser superior ou igual a 0. | Não |
| QuantityLostOp | Int | Tem de ser superior ou igual a 0 | Não |
| OpSubNo | SubContratadoNo | - | Sim |
| QuantityMaterialSub | Int | Tem de ser Nulo quando a OpSubNo.  Caso não seja nulo tem de ser superior ou igual a 0. | Sim |
| QuantiryReceivedSub | Int | Tem de ser Nulo quando a OpSubNo é nula.  Quanto não for nulo não pode ser superior que a quantidade de material enviado | Sim |
| QuantityLostSub | Int | Tem de ser Nulo se o OpSubNo for nulo  Caso não seja null tem de ser superior ou igual a 0 | Sim |
| PriceSub | Float | Tem de ser Nulo se o OpSubNo for nulo  Caso não seja null tem de ser superior ou igual a 0 | Sim |
| MaterialNo | MatNo | - | Não |
| Type | TypeMaterial | - | Não |
| TotQuantity | Int | O valor deve tem de ser igual há soma dos materais utilizados pelas operações + subContratados | Não |
| TotQuantityLost | Int | O valor deve tem de ser igual há soma das perdas das operações + subContratados | Não |
| Priority | Int | Quando o tipo de material é ‘E’ tem de ser nulo.  Se não for nulo pode assumir um destes valores:   * 1 à Alta * 2à Medio * 3 à Baixo | Sim |
| TimeInMinutes | Int | Quando o tipo de material é ‘E’ tem de ser nulo.  Se não tem de ser superior ou igual a 0 | Sim |
| Status | 1 nchar | Quando o tipo de material é ‘E’ tem de ser nulo.  Se não pode ter 4 valores admissíveis:   * Pendente * Em Execução * Suspenso * Finalizado | Sim |
| Ordem | int | Quando o tipo de material é ‘E’ tem de ser nulo.  Se não tem de ser superior ou igual a 0 e não pode ter valores repetidos, na mesma ficha técnica de uma ordem de fabrico | Sim |

### 3.5.8 Restrições domínios

|  |  |
| --- | --- |
| Domínio | Restrição |
| TypeMaterial | Só pode aceitar:  E: “Entrada”  S : “Saída” |

## 3.6 Regras de Negócio

### Gestão Automatizada de Ordens de fabrico

* Quando uma ordem de fabrico é concluída (todo o material é recebido após a execução de todas as operações), o seu estado é atualizado
* Se o prazo de conclusão for ultrapassado, deve gerar um alerta, armazenando-o numa tabela específica de controlo

### Controlo de Produção

* Criar registos de produção para todas as operações da ficha técnica.
* Ao registar uma operação como concluída, deve calcular automaticamente as perdas
* Se as perdas forem superiores a 15%, deve registar um alerta de qualidade registando a ocorrência numa tabela específica para o efeito.
* Deve impedir o registo de quantidades recebidas superiores às enviadas

### Cálculos Automáticos

* Calcular o custo total de cada ordem considerando:
  + Operações internas (baseado em tempo estimado)
  + Operações subcontratadas (preço acordado)
* Determinar a eficiência média por operação e por período

### Validações de Processo

* Garantir que a sequência de operações é respeitada
* Validar que não há operações pendentes antes de concluir uma ordem

### Relatórios e Consultas

* Listar ordens atrasadas com o respetivo tempo de atraso
* Mostrar operações problemáticas (com maior índice de perdas)
* Apresentar custos comparativos entre produção interna e subcontratada

## 3.7 Verificação do provável crescimento futuro F

Dado que este trabalho foi desenvolvido num contexto académico e responde exatamente aos requisitos do projeto, não se prevê um crescimento significativo para além do que foi solicitado. Ainda assim mantivemos o modelo suficientemente flexível para permitir acréscimos pontuais sem comprometer a estrutura já existente. Desta forma, caso surjam necessidades adicionais no futuro, será possível estender o esquema de dados com alterações mínimas e mantendo a coerência do sistema.

# 4. Construção do modelo físico

## 4.1 Criação das tabelas no SQL Server Management Studio

Após a finalização do modelo lógico passamos para o SQL onde começamos pela criação das tabelas e a realização do diagrama, como dá para observar na imagem abaixo

Uma imagem com texto, captura de ecrã, diagrama, Paralelo

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

## 4.2 Procedures criadas para resolver os problemas de Negocio

### Criar registos de produção para todas as operações da ficha técnica

Para tratar deste requisitos criamos esta storage procedure que permite criar uma etapa para a produção de um produto da ordem de fabrico e indicar as quantidades utilizadas internamente e as que forma enviadas aos subcontratados.

Uma imagem com texto, captura de ecrã, Tipo de letra

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 18 - 1º img Registos de produção

Uma imagem com texto, Tipo de letra, file, captura de ecrã

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 19 - 2º img Registos de produção

### Finish Orde stage

Esta storage procedure além de permitir atualizar o estado de uma operação de uma ordem fabrico para concluido, que permite:

* antes de atualizar ver se a ordem de operações está a ser cumprida atualizar a ordem caso essa seja a última operação que falta concluir.

Uma imagem com texto, captura de ecrã, Tipo de letra

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 20 - verifcação ordem das operacoes

* Verificar se essa operação teve perdas superiores a 15% e caso sim registar um alerta de qualidade e registao numa tabela específica para o efeito, a tabela “error.SuperiorLost”;

Uma imagem com texto, captura de ecrã, Tipo de letra, número

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 21 - alertas de perdas superiores a 15%

* Soma as perdas totais dessa operação, considerando o total de todos as perdas dos seus materiais;

Uma imagem com texto, captura de ecrã, Tipo de letra

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 22 - soma das perdas da operação

* Atualizar a ordem de fabrico dessa operação especifica, caso ela seja a última operação da mesma, por concluir.
* Uma imagem com texto, captura de ecrã, Tipo de letra

  Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 23 - Atualização automatica da ordem

## 4.2 Criação das procedures de CUD (Create, Update, Delete) no SQL Server Management Studio

Para alem das storage procedure que criamos para os requisitos especificados criamos um CUD para nos permitir gerir todas as tabelas da base de dados, que não iremos entrar em detalhes neste relatório, mas na imagem abaixo estão os nomes de todas as storage procedures que criamos.

Uma imagem com texto, captura de ecrã, Tipo de letra, documento

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 24 - Storage procedures criadas

## 4.3 Views

### Eficiência Media Produção Por Ano

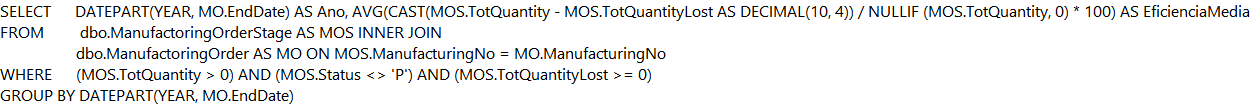


Figura 25 - Eficiencia Media Producao por ano



Figura 26 - Tabela da eficiencia media producao por ano

### Eficiência Media Produção Por Mês

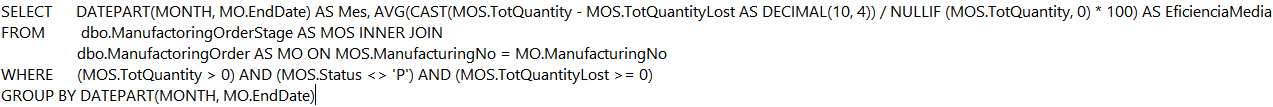


Figura 27 - Eficiencia Media Produção por Mês



Figura 28 - Tabela da Eficiencia Media Producao por Mês

### Eficiência Media Produção Por Dia

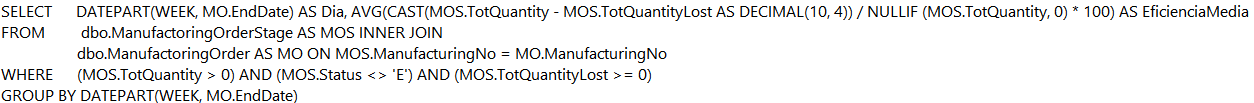


Figura 29 - Eficiência Média Produção por dia



Figura 30 - Tabela Eficiência Média Produção por dia

### Média Perdas de Operação em Percentagem

Uma imagem com texto, captura de ecrã, Tipo de letra

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 31 - Media de Perdas de Operação em Perdas

### Operações pendentes Por Ordem

Nesta view como forma de contornar o facto de o SQL ignorar a clausula Order By nas view, utilizamos um TOP(100) PERCENT de maneira a mostrar todos os registos e forçar a ordenação.

Uma imagem com texto, Tipo de letra, captura de ecrã, informação

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 32 - Operações Por ordem

Uma imagem com texto, captura de ecrã, file, Tipo de letra

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 33 - Tabela das Operações por Ordem

### Custo de Produção da Ordem de Fabrico

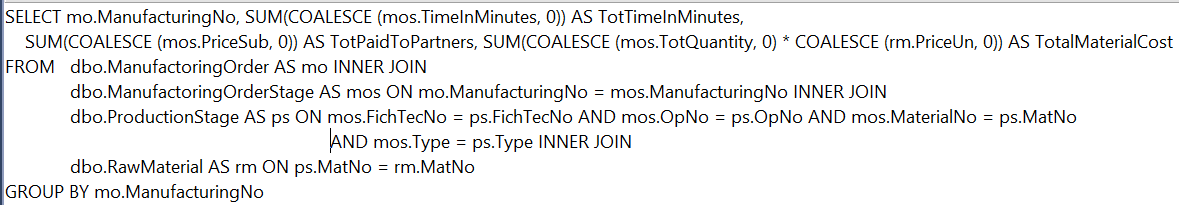


Figura 34 - Custo de Produção da Ordem de Fabrico

Uma imagem com texto, captura de ecrã, Tipo de letra, file

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 35 - Tabela do Custo de Produção da Ordem de Fabrico

### Custos Comparativos

Uma imagem com texto, captura de ecrã, Tipo de letra

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 36 - Custos Comparativos

Uma imagem com texto, captura de ecrã, número, Tipo de letra

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 37 - Tabela dos Custos Comparativos

### Ordens Atrasadas

Uma imagem com texto, Tipo de letra, captura de ecrã, file

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 38 - Ordens Atrasadas

Uma imagem com texto, Tipo de letra, captura de ecrã, file

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 39 - Tabela das Ordens Atrasadas

### Perdas Superiores a 15%

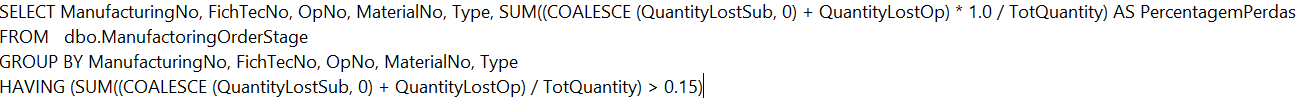


Figura 40 - Perdas Superiores a 15%

Uma imagem com texto, captura de ecrã, Tipo de letra, file

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 41 - Tabelas de Perdas Superiores a 15%

### Operações Problemáticas

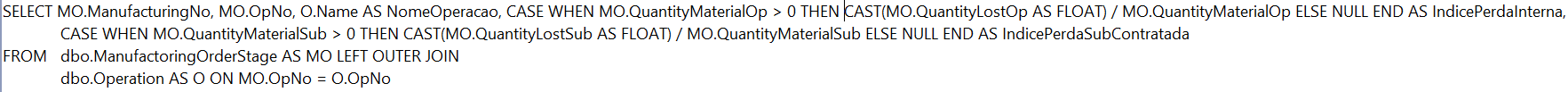


Figura 42 - Operações Problemáticas

Uma imagem com texto, captura de ecrã, número, Tipo de letra

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 43 - Tabela das Operações Problematicas

### Operações SubContratadas

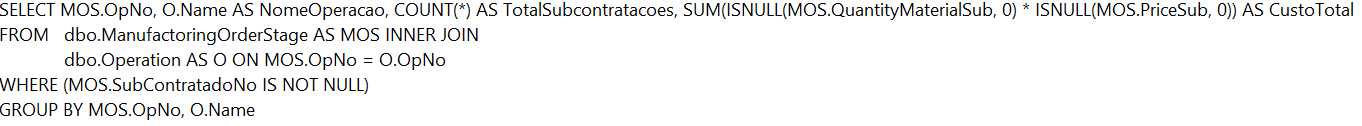


Figura 44 - Operações SubContratadas

Uma imagem com texto, captura de ecrã, Tipo de letra, file

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 45 - Tabelas Operacoes SubContratadas

### Ordens Atrasadas

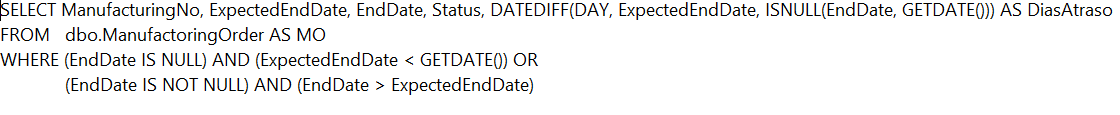


Figura 46 - Ordens Atrasadas

Uma imagem com texto, captura de ecrã, Tipo de letra, file

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 47 - Tabelas das Ordens Atrasadas

### Ordens Fabrico Progresso

Uma imagem com texto, captura de ecrã, Tipo de letra

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 48 - Ordens de Fabrico Progresso

Uma imagem com texto, captura de ecrã, Tipo de letra, file

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 49 - Tabela Progresso das Ordens de Fabrico

### Tempo total estimado por ordem

Uma imagem com texto, Tipo de letra, captura de ecrã, file

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 50 - Tempo total estimado por ordem

Uma imagem com texto, captura de ecrã, Tipo de letra, file

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 51 - Exemplo do funcionamento da vista Tempo total estimado por ordem

## 4.4 Triggers

Para realizar o requisito “Calcular o custo total de cada ordem” criamos um trigger onde sempre que a ordem é atualiza é realizado o calculo automático dos seus custos internos e externos

Uma imagem com texto, captura de ecrã, Tipo de letra

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 52 - Calculos custos da ordem

### Validações operações pendentes Ordem

Para cumprir com a requisito “Validar que não há operações pendentes antes de concluir uma ordem”, decidimos criar um Trigger onde sempre que o status da Ordem é atualizado ele verifica se não existem operações por concluir caso haja não deixa com que a ordem seja atualizada como concluída.

Uma imagem com texto, captura de ecrã, Tipo de letra, número

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 53- Validação Status da Ordem

### Cálculo do custo total da ordem de produção de uma ordem

Uma imagem com texto, captura de ecrã, Tipo de letra, número

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 54 - Trigger para cálculo automatizado do custo total da ordem de produção de uma ordem

### Verificação de possibilidade de alterar o status de uma ordem de produção

Uma imagem com texto, captura de ecrã, Tipo de letra

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 55 - Trigger que verifica se é possivel alterar o status de uma ordem de produção para concluida verificando se todas as etapas dessa ordem ja estão concluidas

## 4.5 SQL Server Agent

Para cumprir a regra de negócio “Se o prazo de conclusão for ultrapassado, deve gerar um alerta, armazenando-o numa tabela específica de controlo”, decidimos utilizar o SQL Server Agent, onde criamos um job que executa a storage procedure que procura por todas as ordem de fabircas atrasadas, ou seja, as ordens cujo o estado não seja concluído e o dia atual seja superior há data de conclusão.

Uma imagem com texto, captura de ecrã, Tipo de letra

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 56 - Storage Procedure ALERT\_ORDER\_LATE

E guarda essas Ordens na tabela de alertas. Como pode ver na imagem abaixo.

Uma imagem com texto, captura de ecrã, Tipo de letra, número

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 57 - Tabela de alertas

Para criar esse job, começamos por definir-lhe um nome.

Uma imagem com texto, captura de ecrã, software, ecrã

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 58 - Nome do job

De seguida atribuímos um novo passo a esse job, que é a execução do storage Procedure.

Uma imagem com texto, captura de ecrã, software, ecrã

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 59 - Etapa do job

Por fim programamos a data em que o job vai ser executado, onde optamos por definir que ele vai ser executado todos os dias as 23:00:00.

Uma imagem com texto, captura de ecrã, software, número

Os conteúdos gerados por IA poderão estar incorretos.

Figura 60 - Programação do Agente

# 5. Conclusões e Trabalho Futuro

O desenvolvimento deste trabalho permitiu abordar de forma integrada e sistemática o desafio da criação de uma base de dados para a gestão de ordens de produção numa fábrica de calçado, respondendo aos requisitos complexos do setor. Assim ao longo do projeto, foi possível aplicar metodologias de análise, modelação e implementação de bases de dados relacionais, com destaque no controlo da qualidade, eficiência das operações e automatização de processos .

Uma vez concluído o trabalho e aplicados todos os conceitos adquiridos durante o semestre na

unidade curricular de Base de Dados foi possível obter uma visão mais prática de como é, e

como deve funcionar, uma base de dados e todas as etapas da sua criação. Posto isto, também

é possível verificar que existem alguns aspetos que devem ser melhorados de maneira que se

possa satisfazer totalmente a base de dados em questão.

Entre os principais pontos fortes do trabalho destacam-se:

* **Cobertura dos requisitos do enunciado**: Todos os requisitos de negócio foram analisados e implementados, incluindo mecanismos automáticos para controlo de atrasos, perdas excessivas, validações de processo e cálculos de custos detalhados.
* **Metodologia seguida**: Seguiu-se uma abordagem estruturada, desde a análise de requisitos, passando pela modelação conceptual, normalização e validação, até à implementação física em SQL Server, com documentação detalhada de todas as decisões e justificações.
* **Automatização e controlo**: Foram implementados triggers, procedures e views para garantir o registo automático de alertas, a atualização de estados das ordens e a apresentação de indicadores de desempenho, contribuindo para a redução de erros e para a melhoria do processo de produção.

.

No entanto, alguns desafios e limitações foram identificados:

* **Complexidade do modelo**: A necessidade de refletir toda a realidade produtiva e de subcontratação resultou num modelo com múltiplas entidades e relacionamentos, exigindo um esforço adicional de validação e documentação para garantir a compreensibilidade e a manutenção futura.
* **Dependência de dados** : A validação do sistema com dados simulados revelou a importância de testar a base de dados com cenários reais e históricos, para ajustar restrições, regras de negócio e relatórios à realidade da fábrica.
* **Integração com outros sistemas**: A solução desenvolvida foca-se no registo e controlo das ordens de produção, mas a sua integração com sistemas de gestão de stocks, compras ou vendas poderá ser um passo futuro para garantir uma visão ainda mais abrangente e integrada do negócio.

Em conclusão, o trabalho foi concluído satisfatoriamente, abrangendo todos os pontos propostos.

# Bibliografia

C. E. B. THOMAS M. CONNOLLY, DATABASE SYSTEMS -A Practical Approach to Design,

Implementation, and Management, Pearson, 2015

# Referências WWW

[01] https://stackoverflow.com/