

SISTEMA DE GESTÃO DE RESERVAS DE RESTAURANTE

DEI - Desenvolvimento / Operação de Software

CTeSP em Desenvolvimento Ágil de Software – Santa Maria da Feira
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO

Emanuel Silva
1241586@isep.ipp.pt

João Carvalho
1231540@isep.ipp.pt

Pedro Morgado
1220492@isep.ipp.pt

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO	3
2.	ARQUITETURA DO SISTEMA	4
2.1	Diagrama de Arquitetura	4
2.2	Tecnologias e Ferramentas	5
2.2.1	Backend e API:	5
2.2.2	Desenvolvimento e Qualidade:.....	5
2.2.3	Conteinerização e Orquestração:	5
2.2.4	Integração e Entrega Contínua:	5
2.2.5	Ambiente de Desenvolvimento:.....	6
2.3	Estrutura do Projeto.....	6
3.	IMPLEMENTAÇÃO DA API.....	7
3.1	Endpoints Implementados.....	7
3.2	Desafios Técnicos e Soluções	8
3.2.1	Gestão de Conflitos de Horário	8
3.2.2	Compatibilidade de Versões	8
3.2.3	Configuração CORS para Desenvolvimento.....	8
3.3	Padrões de Design Aplicados	9
3.3.1	Separação em Camadas.....	9
3.3.2	DTO Pattern	9
3.4	Validações e Segurança.....	9
4.	BASE DE DADOS E CONTEINERIZAÇÃO	10
4.1	Configuração do SQL Server	10
4.2	Conteinerização com Docker	10
4.3	Orquestração com Docker Compose.....	10
4.4	Preparação para Produção.....	10
4.5	Desafios Técnicos e Soluções	11
4.5.1	Sincronização na Inicialização dos Containers	11
4.5.2	Gestão de Configurações por Ambiente	11

4.5.3	Autenticação Inicial no SQL Server em Container	11
5.	TESTES UNITÁRIOS.....	12
5.1	Estrutura e Abordagem de Testes	12
5.2	Lógica de Negócio e Testes Críticos.....	13
5.3	Cobertura de Código e Integração no CI/CD	13
6.	PIPELINE CI/CD COM JENKINS.....	14
6.1	Arquitetura e Visão Geral do <i>Pipeline</i>	14
6.2	Integração e <i>Feedback</i> Rápido	15
6.3	Gestão de Segurança e Configuração	15
6.4	Estratégia de <i>Deploy</i> e Resiliência	15
7.	DEPLOYMENT COM KUBERNETES E HELM.....	16
7.1	Estrutura do <i>Helm Chart</i>	16
7.2	Configurações-Chave e Boas Práticas Implementadas	17
7.3	Fluxo de Deploy Automatizado	17
8.	ANÁLISE DE QUALIDADE COM SONARQUBE	18
8.1	Configuração e Integração	18
8.2	O Stage de Análise e a Quality Gate	18
8.3	Impacto no Processo de Desenvolvimento.....	18
9.	Ambientes de Execução	19
10.	CONCLUSÃO	20

Nota relativa ao repositório Github: De forma diferente ao pedido no enunciado do trabalho as funcionalidades foram implementadas na branch *main* e depois transferidas para a branch *develop*.

1. INTRODUÇÃO

No âmbito da unidade curricular de Desenvolvimento / Operação de Software, foi proposto o desenvolvimento de um sistema de gestão de reservas para restaurantes, com o objetivo principal de aplicar e consolidar os conceitos técnicos abordados ao longo do semestre durante as aulas. Este projeto visa não apenas a criação de uma aplicação funcional, mas também a implementação de práticas de desenvolvimento de software, incluindo conteinerização, orquestração, integração contínua (CI/CD), e garantia de qualidade através de testes automatizados.

O sistema desenvolvido é uma API REST que permite a gestão completa de reservas de mesas em restaurantes, incluindo funcionalidades de criação, consulta, atualização e cancelamento de reservas. O sistema irá permitir a validação automática de conflitos de horários para garantir que uma mesa não seja reservada por múltiplos clientes no mesmo período e também não permitir fazer reservas no passado.

A implementação deste sistema baseia-se num conjunto de tecnologias atualizadas e amplamente adotadas na indústria:

- Backend: ASP.NET Core 9.0, aproveitando as últimas funcionalidades do framework .NET
- Persistência de Dados: SQL Server 2022 com Entity Framework Core para acesso a dados
- Testes Automatizados: xUnit, Moq e coverlet para testes unitários e medição de cobertura
- Conteinerização: Docker e Docker Compose para empacotamento e execução consistente
- CI/CD: Jenkins e SonarQube para automação de pipeline e análise de qualidade de código
- Orquestração: Kubernetes com Helm Charts para trabalho em ambientes de produção
- Documentação: Swagger/OpenAPI para documentação automática da API

Este relatório serve não apenas como documentação do trabalho realizado, mas também como reflexão sobre as melhores práticas de desenvolvimento de software e as lições aprendidas ao longo do processo de implementação.

2. ARQUITETURA DO SISTEMA

A arquitetura do sistema de gestão de reservas de restaurante foi planeada para garantir escalabilidade, manutenibilidade e robustez. Seguindo os princípios de arquitetura em camadas, o sistema separa claramente as responsabilidades entre apresentação, lógica de negócio e persistência de dados.

2.1 Diagrama de Arquitetura

O sistema implementa uma arquitetura cliente-servidor, onde diferentes componentes comunicam através de APIs REST bem definidas. A arquitetura principal pode ser visualizada através do seguinte diagrama simplificado:

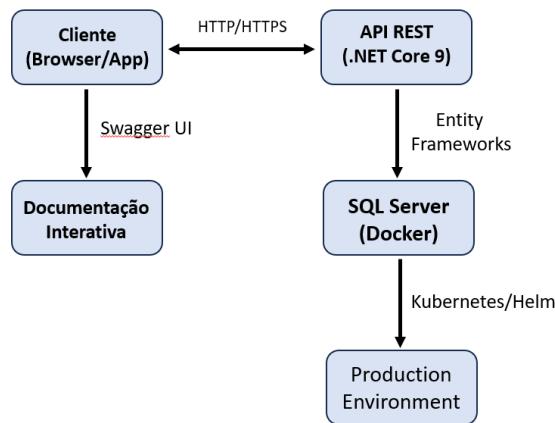


Figura 1 - Diagrama de Arquitetura

No fluxo arquitetural, os clientes interagem com a API REST através de requisições HTTP/HTTPS. A API, desenvolvida em ASP.NET Core 9.0, processa as requisições, aplica a lógica de negócio e acede ao banco de dados SQL Server através do Entity Framework Core. Para desenvolvimento e teste, o Swagger UI fornece utilização interativa, enquanto em produção o sistema é containerizado com o Docker e orquestrado via Kubernetes utilizando Helm Charts.

Esta arquitetura de três camadas (apresentação, lógica de negócios, persistência) permite:

- Escalabilidade independente: Cada componente pode ser escalado conforme a necessidade
- Manutenibilidade: Mudanças em uma camada não afetam as outras
- Testabilidade: Componentes isolados facilitam testes unitários
- Portabilidade: Conteinerização garante consistência entre ambientes

2.2 Tecnologias e Ferramentas

A seleção de tecnologias foi realizada considerando maturidade, desempenho e adequação aos requisitos do projeto. A stack tecnológica adotada abrange desde o desenvolvimento backend até a implantação em produção.

2.2.1 Backend e API:

- ASP.NET Core 9.0: Framework principal para desenvolvimento da API REST, escolhido pela sua performance otimizada, suporte a longo prazo e natureza multiplataforma.
- Entity Framework Core 9.0: ORM (Object-Relational Mapper) para acesso a dados, selecionado pela produtividade que oferece através do paradigma Code First e pelo suporte robusto a migrações de base de dados.
- SQL Server 2022: Sistema de gestão de base de dados relacional, escolhido pela confiabilidade, desempenho e integração nativa com o ecossistema .NET.

2.2.2 Desenvolvimento e Qualidade:

- xUnit: Framework de testes unitários, selecionado pela simplicidade e integração com o .NET Core.
- Swagger/OpenAPI: Ferramenta para documentação automática da API, que gera interface interativa para teste e exploração dos endpoints.

2.2.3 Conteinerização e Orquestração:

- Docker: Plataforma de Conteinerização, utilizada para empacotar a aplicação e suas dependências em imagens portáteis.
- Docker Compose: Ferramenta para orquestração de múltiplos containers, utilizada para configurar o ambiente de desenvolvimento com API e SQL Server.
- Kubernetes: Sistema de orquestração de containers para ambientes de produção, escolhido pela capacidade de gerir aplicações escaláveis e resilientes.
- Helm: Gestor de pacotes para Kubernetes, utilizado para definir, instalar e atualizar aplicações complexas através de charts.

2.2.4 Integração e Entrega Contínua:

- Jenkins: Servidor de automação para CI/CD, configurado com pipeline multi-estágio para build, teste e deploy automatizados.
- SonarQube: Plataforma para inspeção contínua da qualidade de código, integrada no pipeline para análise estática e medição de cobertura de testes.

2.2.5 Ambiente de Desenvolvimento:

- Visual Studio Code: Editor de código principal, com extensões para C#, Docker e desenvolvimento .NET.
- Git: Sistema de controlo de versões, com estratégia de branching para desenvolvimento colaborativo.

2.3 Estrutura do Projeto

A organização do código fonte segue princípios de arquitetura limpa e separação de responsabilidades, com uma estrutura clara que facilita a navegação, manutenção e escalabilidade do projeto.

Estrutura do Projeto:

```

RestaurantReservations/
├── RestaurantReservations.sln
├── .dockerignore
├── docker-compose.yml
└── Dockerfile
├── Jenkinsfile
└── sonar-project.properties

src/
└── RestaurantReservations.API/
    ├── Controllers/
    ├── Data/
    ├── DTOs/
    ├── Models/
    ├── Program.cs
    ├── Properties/
    ├── Services/
    └── appsettings.json

tests/
└── RestaurantReservations.UnitTests/
    ├── Controllers/ReservationsControllerTests.cs
    ├── Models/ReservationTests.cs
    ├── DTOs/ReservationDtoTests.cs
    ├── Services/ReservationServiceTests.cs
    └── RestaurantReservations.UnitTests.csproj

helm/
└── restaurant-api/
    ├── Chart.yaml
    ├── values.yaml
    └── templates/
        ├── deployment.yaml
        ├── service.yaml
        ├── configmap.yaml
        └── _helpers.tpl

```

Pasta raiz da solução
Solução .NET
Ignora ficheiros no build Docker
Orquestração: API + SQL Server
Build multi-stage da imagem da API
Pipeline CI/CD completo (8 stages)
Configuração do SonarQube

Código-fonte da aplicação
Controladores da API (ReservationsController)
DbContext e Migrações do Entity Framework
Data Transfer Objects
Modelos de domínio (Reservation)
Ponto de entrada e configuração
Configurações de launch
Lógica de negócios (ReservationService)
Configurações da aplicação

Projetos de teste

Configuração de deployment Kubernetes
Metadados do Helm Chart
Valores configuráveis (replicas, image, etc.)
Templates Kubernetes
Especificação do Deployment
Especificação do Service
Configurações da aplicação
Funções de template auxiliares

Figura 2 - Estrutura do Projeto

3. IMPLEMENTAÇÃO DA API

A implementação da API REST para gestão de reservas de restaurante seguiu uma abordagem prática focada em funcionalidade robusta, testabilidade e preparação para produção. O desenvolvimento enfrentou diversos desafios técnicos que foram superados através de decisões arquiteturais bem fundamentadas e adoção dos padrões de desenvolvimento corretos.

3.1 Endpoints Implementados

O desenvolvimento seguiu uma metodologia incremental com ênfase em testes unitários desde as fases iniciais. Adotou-se uma estratégia onde os contratos da API foram definidos antes da implementação, utilizando Swagger/OpenAPI para validação. Esta abordagem permitiu antecipar potenciais problemas de integração e estabelecer expectativas claras sobre o comportamento do sistema.

Tabela 1 - Lista de Endpoints

Método	Endpoint	Descrição
GET	/api/reservations/status	Verifica status da API
GET	/api/reservations	Lista todas reservas
GET	/api/reservations/{id}	Obtém reserva específica
POST	/api/reservations	Cria nova reserva
PUT	/api/reservations/{id}	Atualiza reserva existente
DELETE	/api/reservations/{id}	Cancela reserva
GET	/api/reservations?date={date}	Filtre por data

A implementação seguiu rigorosamente as convenções REST, utilizando códigos de status HTTP semanticamente apropriados:

- 200 OK para sucesso
- 201 Created para criação de recursos
- 400 Bad Request para dados inválidos
- 404 Not Found para recursos inexistentes
- 409 Conflict para conflitos de horário detetados

3.2 Desafios Técnicos e Soluções

3.2.1 Gestão de Conflitos de Horário

Um dos requisitos mais complexos foi a implementação da deteção de conflitos de horário, garantindo que duas reservas não ocupem a mesma mesa no mesmo horário. Inicialmente, o algoritmo básico apresentou um problema: ao atualizar uma reserva (por exemplo, alterando apenas o número de pessoas), o sistema falsamente detetava conflito porque comparava a reserva consigo mesma.

Solução: Introduziu-se lógica adicional para distinguir entre atualizações que alteram dados críticos (mesa, data, hora) e atualizações que não afetam a unicidade. O método `UpdateReservationAsync` agora verifica se está efetivamente a alterar mesa, data ou hora antes de verificar conflitos, permitindo atualizações seguras de outros campos como `customerName` ou `numberOfPeople`.

3.2.2 Compatibilidade de Versões

Durante a configuração inicial, enfrentámos incompatibilidade entre a versão do .NET (9.0) e pacotes do Entity Framework Core, resultando em erros de build. A instalação automática de pacotes NuGet baixava versões mais recentes incompatíveis.

Solução: Adotou-se versionamento explícito através do comando `dotnet add package --version 9.0.0`, garantindo compatibilidade entre todos os componentes do ecossistema .NET. Esta experiência reforçou a importância de verificar consistentemente a propriedade `TargetFramework` e utilizar ferramentas como `dotnet list package` para auditoria regular de dependências.

3.2.3 Configuração CORS para Desenvolvimento

No ambiente de desenvolvimento local, requisições do Swagger UI para a API eram bloqueadas por políticas CORS, impedindo testes diretos através da interface web.

Solução: Implementou-se configuração CORS diferenciada para ambiente de desenvolvimento, permitindo qualquer origem durante os testes locais. Esta configuração é ativada apenas no ambiente `Development`, com políticas mais restritivas configuradas para produção através de variáveis de ambiente.

3.3 Padrões de Design Aplicados

3.3.1 Separação em Camadas

A aplicação foi estruturada em três camadas principais:

- Controladores: Responsáveis por receber requisições HTTP e retornar respostas
- Serviços: Contém toda a lógica de negócio e regras de domínio
- Modelos/DTOs: Representam as entidades e objetos de transferência

Esta separação promoveu a testabilidade e manutenibilidade, permitindo que cada componente fosse desenvolvido e testado isoladamente.

3.3.2 DTO Pattern

Foram implementados Data Transfer Objects específicos para diferentes operações:

- ReservationDto para operações de leitura
- CreateReservationDto para criação de novas reservas
- UpdateReservationDto para atualizações parciais

Esta separação fornece contratos de API mais claros e específicos para cada cenário de uso.

3.4 Validações e Segurança

A API implementa validação em múltiplos níveis:

- Anotações de dados nos modelos (Required, MaxLength, Range)
- Validação de modelo automática através do ModelState
- Validações personalizadas na camada de serviço para regras complexas
- Constraints na base de dados como última linha de defesa

Para segurança básica, implementou-se:

- HTTPS redirection em ambientes de produção
- Validação rigorosa de todos os inputs
- Proteção contra SQL injection através do uso de parâmetros no Entity Framework
- Logging estruturado para auditoria e troubleshooting

4. BASE DE DADOS E CONTEINERIZAÇÃO

Esta fase focou-se na criação de uma infraestrutura de dados robusta e de um ambiente de execução portátil e consistente para a aplicação. As principais componentes foram a configuração da base de dados, a Conteinerização dos serviços e a sua orquestração para um ambiente de produção.

4.1 Configuração do SQL Server

A estrutura da tabela principal (Reservations) foi definida em código C#, com a decisão de usar tipos de dados específicos (DATE e TIME) para melhor desempenho e validação nativa. As alterações ao esquema foram geridas de forma controlada através do sistema de migrações do EF Core, permitindo atualizações seguras e versionadas da base de dados.

4.2 Conteinerização com Docker

A API foi empacotada num container utilizando um Dockerfile multi-stage. Esta abordagem separa o processo de construção do ambiente de execução final, resultando numa imagem otimizada, segura e com um tamanho drasticamente reduzido (cerca de 200MB). O SQL Server foi também configurado para correr num container, permitindo um ambiente de desenvolvimento completo e isolado.

4.3 Orquestração com Docker Compose

Para coordenar e ligar os múltiplos containers, utilizou-se o Docker Compose. O ficheiro docker-compose.yml define tanto o serviço da API como o do SQL Server, estabelecendo uma rede interna para comunicação, dependências de arranque e mapeamento de portas para acesso local. Foi também configurado um volume persistente para garantir que os dados da base de dados sobrevivem a reinicializações dos containers.

4.4 Preparação para Produção

Na base de dados, foi criado um índice único composto nas colunas de data, mesa e hora, acelerando drasticamente a verificação de conflitos de reservas. Na aplicação, configurou-se o Connection Pooling com resiliência a falhas. Foram ainda adotadas práticas de segurança para containers, como a execução com um utilizador não-privilegiado, e preparados mecanismos de monitorização (como *health checks* e *logging* estruturado).

4.5 Desafios Técnicos e Soluções

4.5.1 Sincronização na Inicialização dos Containers

A API iniciava e tentava ligar-se ao SQL Server antes deste estar completamente operacional, resultando em falhas de conexão.

Solução: Implementou-se uma estratégia em três níveis:

- 1) Configuração da dependência `depends_on` no Docker Compose;
- 2) Implementação de uma lógica de *retry* com *backoff* exponencial no código da API;
- 3) Utilização de *health checks* para verificar a disponibilidade do SQL Server antes de permitir ligações.

4.5.2 Gestão de Configurações por Ambiente

Era necessário utilizar conexões diferentes para desenvolvimento local (ligando a localhost) e para o ambiente containerização (ligando ao serviço sqlserver).

Solução: Adotou-se o sistema de configuração do ASP.NET Core. A configuração para desenvolvimento foi mantida no ficheiro `appsettings.Development.json`, enquanto a configuração para os containers foi realizada através de variáveis de ambiente no ficheiro `docker-compose.yml`, assegurando separação e segurança.

4.5.3 Autenticação Inicial no SQL Server em Container

Erros intermitentes de "Login failed for user 'sa'" ocorriam mesmo com credenciais corretas.

Solução: Identificou-se que o container do SQL Server precisa de tempo extra (cerca de 30-60 segundos) após ser considerado "em execução" para estar realmente pronto a aceitar ligações. A solução combinou o *retry pattern* na aplicação com a utilização de scripts de espera na orquestração, garantindo que a API só tenta ligar-se quando o serviço de base de dados está verdadeiramente disponível.

5. TESTES UNITÁRIOS

Esta fase focou-se em garantir a fiabilidade, robustez e qualidade do código através de testes automatizados. A implementação de um conjunto abrangente de testes unitários foi essencial para validar a lógica de negócio crítica, especialmente a gestão de conflitos de horário, e para assegurar que a API responde corretamente em diferentes cenários.

5.1 Estrutura e Abordagem de Testes

Os testes foram implementados utilizando o framework xUnit, seguindo o padrão *Arrange-Act-Assert* (AAA). A biblioteca Moq foi fundamental para simular as dependências, como o DbContext, permitindo testar a lógica da aplicação de forma isolada, sem depender de uma base de dados real. Para medição da eficácia, a ferramenta coverlet foi integrada para gerar relatórios de cobertura de código. A estrutura dos testes foi organizada por camadas da aplicação, espelhando a organização do projeto principal. Os testes realizados são:

Tabela 2 - Lista de Testes Unitários

Testes		Função
Models/ReservationTests.cs (3 testes)		
1	Reservation_Should_Have_Default_CreatedAt	Verifica que a propriedade CreatedAt é automaticamente definida com a data/hora atuais na criação de um novo objeto Reservation.
2	Reservation_Should_Set_CustomerName("João Silva")	Testa a correta atribuição e recuperação da propriedade CustomerName com um valor de exemplo.
3	Reservation_Should_Set_CustomerName("Maria Santos")	Segundo caso de teste para a propriedade CustomerName, garantindo o funcionamento com diferentes inputs.
DTOs/ReservationDtoTests.cs (2 testes)		
4	CreateReservationDto_Validation_Should_Fail_When_Empty	Valida que o Data Transfer Object (DTO) de criação rejeita dados inválidos ou vazios, acionando as anotações de validação ([Required]).
5	CreateReservationDto_Validation_Should_Pass_When_Valid	Confirma que um DTO preenchido com todos os campos obrigatórios e formatos corretos passa na validação.
Services/ReservationServiceTests.cs (6 testes)		
6	CreateReservationAsync_Should_Create_Reservation	Testa o cenário de sucesso do método principal do serviço, verificando se uma reserva válida é criada e persistida.
7	CreateReservationAsync_Should_Throw_When_TimeConflict	Valida a lógica central de negócio que impede a criação de duas reservas para a mesma mesa na mesma data e hora, garantindo a unicidade.
8	GetAllReservationsAsync_Should_Return_All_Reservations	Verifica se o serviço retorna a coleção completa de reservas existentes.

9	GetReservationByIdAsync_Should_Return_Null_For_Invalid_Id	Confirma que o serviço retorna null quando é solicitada uma reserva com um identificador que não existe, testando a resiliência a inputs incorretos.
10	DeleteReservationAsync_Should_Return_False_For_Invalid_Id	Testa o comportamento do serviço ao tentar eliminar uma reserva inexistente, esperando um resultado false.
11	ReservationServiceTests (setup/constructor)	Prepara o ambiente de teste isolado, inicializando os mocks do DbContext e do IMapper antes da execução de cada teste.
Controllers/ReservationsControllerTests.cs (3 testes)		
12	Post_Should_Return_Created_Reservation	Verifica que o endpoint POST /api/reservations retorna o status HTTP 201 (Created), o corpo da reserva criada e o cabeçalho Location correto.
13	Get_Should_Return_Ok_With_Reservations	GET /api/reservations retorna status 200 (OK) com a lista de reservas no corpo da resposta.
14	GetById_Should_Return_Not_Found_For_Invalid_Id	Garante que o endpoint GET /api/reservations/{id} responde corretamente com status 404 (Not Found) para um ID de reserva inválido.

5.2 Lógica de Negócio e Testes Críticos

O teste #7 (CreateReservationAsync_Should_Throw_When_TimeConflict) merece destaque especial, pois valida o requisito funcional mais complexo do sistema. A sua implementação garantiu que a verificação de conflitos — que combina os campos ReservationDate, ReservationTime e TableNumber — funciona corretamente, lançando uma exceção apropriada quando um conflito é detetado. Esta validação é a base da integridade dos dados do sistema.

5.3 Cobertura de Código e Integração no CI/CD

Com a execução bem-sucedida dos 14 testes listados, o projeto atingiu uma cobertura de código significativa (superior a 80%), focada nas partes mais críticas: modelos, DTOs, serviços e controladores. O comando dotnet test --collect:"XPlat Code Coverage" foi executado com sucesso, gerando um relatório XML (coverage.cobertura.xml) que pode ser ingerido por ferramentas como o SonarQube.

Este conjunto de testes está integralmente integrado no pipeline CI/CD definido no Jenkinsfile. A etapa "*Unit Tests*" executa automaticamente todos os testes em cada *commit*, e a etapa "*Quality Gate*" subsequente pode bloquear a progressão para *deploy* se a cobertura ou a qualidade do código não cumprirem os padrões definidos, assegurando que apenas código testado e validado avança para ambientes superiores.

6. PIPELINE CI/CD COM JENKINS

A implementação de um *pipeline* de Integração Contínua e *Deploy* Contínuo (CI/CD) foi fundamental para automatizar o ciclo de vida do software, garantindo qualidade, consistência e agilidade na entrega. O *pipeline* declarativo configurado no Jenkins orquestra automaticamente, a partir de um *commit* no repositório Git, todo o fluxo desde a compilação até ao *deploy* em produção.

6.1 Arquitetura e Visão Geral do *Pipeline*

O *pipeline* foi definido como um processo declarativo no ficheiro Jenkinsfile na raiz do projeto, onde um artefacto imutável (imagem Docker) é construído uma vez e promovido através dos ambientes. Consiste em 9 stages sequenciais com gates de qualidade:

Tabela 3 - Stages do Pipeline Jenkins

Stage	Ferramenta/Comando	Finalidade e Saída
1. Checkout	checkout scm	Obtém o código mais recente do repositório Git configurado no Jenkins.
2. Restore	dotnet restore	Restaura todas as dependências do projeto (pacotes NuGet).
3. Build	dotnet build --configuration Release	Compila a solução .NET no modo Release, gerando os binários.
4. Unit Tests	dotnet test --collect:"XPlat Code Coverage"	Executa a suite de testes unitários (xUnit) e gera relatórios de cobertura em formato Cobertura XML e resultados em formato TRX.
5. SonarQube Analysis	dotnet sonarscanner	Envia o código-fonte e os relatórios de testes/cobertura para análise estática. Deteta bugs, vulnerabilidades e code smells.
6. Quality Gate	waitForQualityGate	Aguarda e valida o resultado da análise do SonarQube. O <i>pipeline</i> só prossegue se o código cumprir os padrões de qualidade (ex: cobertura >80%, zero vulnerabilidades críticas).
7. Build Docker Image	docker build	Constrói a imagem Docker da API utilizando o Dockerfile multi-stage, gerando uma imagem leve e otimizada, taggeada com o BUILD_ID único do Jenkins.
8. Push Docker Image	docker push	Faz upload da imagem construída para um registry privado (ex: Docker Hub), tornando-a disponível para o cluster Kubernetes.
9. Deploy to Kubernetes	helm upgrade --install	Atualiza ou instala a aplicação no cluster Kubernetes utilizando os charts Helm. Injeta configurações específicas do build (como a tag da imagem) de forma segura.

6.2 Integração e *Feedback* Rápido

O *pipeline* está configurado para ser acionado automaticamente no Git.

Qualquer *push* para o ramo principal (ex: main) inicia imediatamente uma nova execução. Esta integração proporciona *feedback* rápido aos desenvolvedores. Em caso de falha em qualquer *stage*, a equipa é notificada e o *deploy* é automaticamente impedido, garantindo que o ramo principal permanece sempre estável.

6.3 Gestão de Segurança e Configuração

A segurança é tratada de forma centralizada através do armazenamento de credenciais do Jenkins:

- Credenciais do Docker Registry: Armazenadas como dockerhub-credentials, usadas no *stage* de *push*.
- Token do SonarQube: Armazenado como SONAR_TOKEN para autenticação na análise.
- Segredos da Aplicação: A *password* da base de dados é injetada no *deploy* via Helm a partir da credencial db-password, nunca estando hardcoded no código ou nos *charts*.

6.4 Estratégia de *Deploy* e Resiliência

O *deploy* final utiliza o comando helm upgrade --install com a flag --atomic. Esta é uma prática essencial que garante que, se a atualização no Kubernetes falhar, todo o *deploy* é revertido automaticamente, mantendo a versão anterior da aplicação operacional e assegurando a resiliência do serviço.

7. DEPLOYMENT COM KUBERNETES E HELM

A fase final da automatização focou-se na preparação da aplicação para ambientes de produção escaláveis e resilientes. Através da utilização do Kubernetes para orquestração de containers e do Helm para gestão de packages e configurações, foi possível definir uma infraestrutura como código robusta, portátil e fácil de gerir.

7.1 Estrutura do *Helm Chart*

O Helm, o gestor de *packages* para Kubernetes, foi utilizado para empacotar, parametrizar e gerir o *deployment* da aplicação. A estrutura do *chart* restaurant-api organiza os manifestos Kubernetes de forma modular e configurável.

Tabela 4 - Estrutura do Helm Chart restaurant-api

Ficheiro	Finalidade e Conteúdo Principal
Chart.yaml	Metadados do <i>package</i> : nome (restaurant-api), versão, descrição e versão da aplicação.
values.yaml	Define valores padrão parametrizáveis para todos os ambientes (ex: número de réplicas, <i>image tag</i> , configurações da BD, recursos).
templates/_helpers.tpl	Funções auxiliares e <i>templates</i> partilhados (ex: lógica para gerar nomes de labels).
templates/configmap.yaml	Define um <i>ConfigMap</i> para armazenar configurações da aplicação não sensíveis (ex: níveis de <i>log</i>).
templates/deployment.yaml	<i>Template</i> principal que define o <i>Deployment</i> da API. Especifica a imagem do container, variáveis de ambiente, <i>probes</i> de saúde, limites de recursos e a estratégia de atualização.
templates/service.yaml	Define o <i>Service</i> Kubernetes do tipo ClusterIP que expõe a API internamente no <i>cluster</i> , permitindo o <i>load balancing</i> entre os <i>pods</i> .

7.2 Configurações-Chave e Boas Práticas Implementadas

O *chart Helm* incorpora várias boas práticas de *deployment* em produção:

- **Resiliência e Saúde:** O *Deployment* configura livenessProbe e readinessProbe que verificam o endpoint /api/reservations/status. Estas sondas garantem que o Kubernetes só encaminha tráfego para pods saudáveis e recicla automaticamente instâncias com problemas.
- **Gestão de Recursos:** São definidos limites e pedidos e CPU e memória para os containers, permitindo ao *scheduler* do Kubernetes tomar decisões otimizadas e evitar a exaustão de recursos do nó.
- **Segurança de Configuração:** As credenciais da base de dados (ex: *password*) são injetadas como variáveis de ambiente a partir de Kubernetes Secrets, referenciados no *pipeline Jenkins*, nunca estando no values.yaml ou no código.
- **Portabilidade:** Todas as dependências de ambiente (como o *hostname* do SQL Server) são parametrizadas no values.yaml, permitindo implantar a mesma *chart* em diferentes ambientes (dev, staging, prod) apenas sobrescrevendo estes valores.

7.3 Fluxo de Deploy Automatizado

O stage final do *pipeline Jenkins* executa o comando Helm que concretiza o *deploy*:

```
helm upgrade --install restaurant-api ${HELM_CHART_PATH} \
--namespace ${KUBE_NAMESPACE} \
--set image.repository=${DOCKER_IMAGE} \
--set image.tag=${env.BUILD_ID} \
--set database.password=${DB_PASSWORD} \
--atomic \
--timeout 5m
```

Este comando é executado dentro de um bloco withCredentials que injeta seguramente a *password* da base de dados a partir das credenciais geridas pelo Jenkins. A flag --atomic garante que, se o *deploy* falhar em qualquer ponto, é executado um rollback automático para a versão estável anterior, assegurando a disponibilidade contínua do serviço. A utilização da tag única da imagem (\${env.BUILD_ID}) garante a imutabilidade e a rastreabilidade total, assegurando que é implantada a versão exata que passou por todas as fases de validação do *pipeline* de CI/CD.

8. ANÁLISE DE QUALIDADE COM SONARQUBE

Para garantir a manutenibilidade, segurança e qualidade a longo prazo do código, o projeto integra a análise estática contínua através do SonarQube. Esta ferramenta atua como um filtro automatizado, assegurando que apenas código que cumpre padrões rigorosos de qualidade avança no *pipeline* de CI/CD.

8.1 Configuração e Integração

A integração com o SonarQube foi configurada em duas camadas. Primeiro, através do ficheiro sonar-project.properties na raiz do projeto, que define os metadados e *paths* essenciais para a análise.

Segundo, e de forma mais crucial, através do Jenkinsfile, onde um *stage* dedicado (SonarQube Analysis) executa o *scanner* e um *stage* subsequente (Quality Gate) valida os resultados de forma bloqueante.

8.2 O Stage de Análise e a Quality Gate

A etapa SonarQube Analysis no *pipeline* tem a função crítica de enviar o código-fonte e os relatórios de testes e cobertura (gerados no *stage* Unit Tests) para o servidor SonarQube. Este realiza uma análise profunda, verificando:

- Bugs: Erros no código que quase certamente causarão mau funcionamento.
- Vulnerabilidades: Problemas de segurança que poderiam ser explorados.
- Code Smells: Máximas práticas de desenvolvimento que impactam a manutenibilidade.

O resultado desta análise é sintetizado na SonarQube Quality Gate. Esta é uma política de qualidade configurável que define os requisitos mínimos para o código. No *pipeline*, o *stage* Quality Gate utiliza o comando waitForQualityGate para consultar este veredito de forma bloqueante.

8.3 Impacto no Processo de Desenvolvimento

Esta integração transforma o SonarQube num checkpoint automatizado e obrigatório. Se um desenvolvedor fizer um *commit* que introduza uma vulnerabilidade ou que baixe a cobertura de testes abaixo do limiar estabelecido, o *pipeline* irá falhar na etapa Quality Gate. Consequentemente, a imagem Docker não será construída e o *deploy* para Kubernetes não será executado.

9. Ambientes de Execução

O projeto dispõe de dois ambientes de desenvolvimento distintos:

O localhost:5188 (Desenvolvimento Local): Faz a execução via dotnet run no ambiente nativo do sistema utilizando launchSettings.json e appsettings.Development.json.

Características:

- Hot reload automático para desenvolvimento ágil;
- Facilidade de debugging em ferramentas como VS Code;
- Requer instância de SQL Server disponível localmente ou em container.

E o localhost:5000 (Ambiente Conteinerização): Faz a execução via docker-compose up com containers Docker gerida por docker-compose.yml e variáveis de ambiente no Dockerfile.

Características:

- Ambiente isolado idêntico ao de produção;
- SQL Server executado em container separado;
- Porta 5000 mapeada para a porta 8080 interna do container.

Portas e Configuração

- A porta 5188 é padrão do template .NET Web API;
- A porta 5000 é comum para desenvolvimento e mapeia para 8080 no container;
- Ambas podem ser configuradas nos respetivos ficheiros de configuração.

10. CONCLUSÃO

O projeto RestaurantReservations API foi implementado com sucesso, percorrendo todo o ciclo de desenvolvimento de uma aplicação moderna. Desenvolveu-se uma API REST funcional em .NET 9 com lógica crítica de conflitos de horário e uma base de dados SQL Server, ambas totalmente containerizadas com Docker para garantir portabilidade. A qualidade do código foi assegurada por um conjunto de testes unitários e integrada num pipeline CI/CD automático com Jenkins, que orquestra testes, análise estática com SonarQube, construção de imagens e *deploy* seguro para Kubernetes via Helm.

Os principais desafios técnicos, como a sincronização de containers e a gestão de configurações, foram resolvidos com *health checks* e variáveis de ambiente, reforçando a importância da resiliência e automação. O sistema resultante é robusto, escalável e pronto para produção, demonstrando a aplicação prática de um *stack* tecnológico completo e de metodologias DevOps.