

CONTROLO E MONITORIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE AUTO-PULL

João Ricardo Magalhães Ribeiro



Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores
Área de Especialização de Sistemas de Planeamento Industrial

Departamento de Engenharia Electrotécnica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

2013

Este relatório satisfaz, parcialmente, os requisitos que constam da Ficha da unidade curricular de Tese/Dissertação, do 2º ano, do Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores

Candidato: João Ricardo de Magalhães Ribeiro, N° 1070247, 1070247@isep.ipp.pt

Orientação científica: Isabel Maria de Sousa de Jesus, ISJ@isep.ipp.pt



Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores
Área de Especialização de Sistemas de Planeamento Industrial
Departamento de Engenharia Electrotécnica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

15 de Novembro de 2013

À minha mãe.

Agradecimentos

Agradeço à Engenheira Isabel Jesus por toda a compreensão, disponibilidade e ajuda que demonstrou durante a elaboração deste projeto.

Resumo

Esta dissertação descreve o estudo do controlo e da monitorização de um sistema de *auto-pull*, bem como o estudo da implementação de um destes sistemas numa área de negócio.

Inicialmente, de modo a perceber as melhores opções a tomar para a realização deste projeto foram estudadas duas redes de comunicação locais, redes Ethernet e redes CAN, tendo-se optado pelas redes Ethernet, sendo as razões que determinaram esta escolha explanadas no desenvolvimento do relatório.

Após ter sido selecionada a rede que foi utilizada, foram estudados os requisitos do sistema e procuradas no mercado soluções que os satisfaçam.

Para a comunicação em tempo real foram utilizadas *Web Sockets* e para a utilização destas, foi necessário um servidor de *Web Sockets*, tendo a escolha recaído sobre *onodejs*. Posteriormente, foi elaborada uma interface gráfica que permitiu a criação de um sistema inteligente que auxilia os clientes do espaço a efetuarem pedidos bem como a chamarem os funcionários, não necessitando de passar os longos tempos de espera que normalmente estão associados a estes espaços.

Posto isto, foi realizado um *website* que deverá apresentar o espaço, os próximos eventos a realizar e outras informações importantes. Este sistema torna-se uma mais-valia para a divulgação da tecnologia implementada e para a divulgação dos espaços que eventualmente venham a adotar um sistema análogo.

De seguida foi efetuado um plano de negócios, simulando um espaço físico que eventualmente implementasse esta tecnologia. Para tal, foi estudada a envolvente externa e interna em que este negócio estaria inserido, as políticas de marketing que deveriam ser seguidas e ainda um plano financeiro que descrevesse o investimento, as vendas esperadas e todos os restantes componentes económicos do projeto.

Por último foram tecidas as principais conclusões inerentes ao projeto desenvolvido e analisadas as possibilidades de melhorias futuras.

Palavras-Chave

Sistema de *auto-pull*, redes Ethernet, *nodejs*, plano de negócios

Abstract

The work hereby presented focus on the study of how to control and monitor a self-service autopull system and proposes a study plan for a business that includes that type of systems.

The proposed communication system uses the Ethernet architecture in a Local Area Network (LAN) configuration, following a preliminary comparison study between this system and a possible Controller Area Network (CAN) network system. From those systems, LAN proved to be a better configuration concerning some criterions described in this work. Additionally, a survey about the necessary system requirements and possible solutions offered in the market is performed for the chosen network architecture.

A user-oriented intelligent system is then proposed in order to allow customers to operate requests by themselves and avoid waiting times that commonly take place in the catering sector. Web Sockets are used for real-time communication by using a nodejs Web Sockets server and a Graphical User Interface (GUI) is developed for an easy operation by the final user. For marketing purposes, a website is developed for the promotion of the the business workplace and to announce upcoming events and other relevant information.

A possible investment project integrating the proposed system is assumed and a business plan for that project is developed. The plan includes a business environment analysis, SWOT analysis, marketing plan, management summary and a financial plan, where the various financial variables are deduced and analysed.

The studied investment project revealed to be economically viable, in particular because of the advantages introduced by the proposed auto pull system. The most relevant conclusions and future developments for this project are synthesized in the concluding part of this document.

Keywords

Auto pull system, Ethernet, nodejs, business plan.

Índice

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABELAS	XIII
ACRÓNIMOS	XV
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	2
1.2. OBJETIVOS.....	2
1.3. CALENDARIZAÇÃO	3
1.4. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO	3
2. ESTADO DA ARTE DAS REDES DE COMUNICAÇÃO	5
2.1. REDES DE CAMPO	5
2.2. COMUNICAÇÃO ETHERNET	6
3. HARDWARE DO SISTEMA	15
3.1. ANÁLISE DE REQUISITOS.....	16
4. IMPLEMENTAÇÃO	27
4.1. INSTALAÇÃO DO LINUX NA PLACA DE DESENVOLVIMENTO	27
4.2. COMUNICAÇÃO E INTERFACE GRÁFICA	33
5. WEBSITE	41
5.1. ANÁLISE DE REQUISITOS.....	41
5.2. DIAGRAMA DE USE CASE	42
5.3. DIAGRAMA DE CLASSES	43
5.4. MODELO ENTIDADE-RELAÇÃO.....	44
5.5. IMPLEMENTAÇÃO.....	45
5.6. EVENTOS	53
5.7. RANKINGS	55
5.8. ESPAÇOS	55
5.9. ÁREA DO VISITANTE.....	57
6. PLANO DE NEGÓCIOS	63
6.1. INTRODUÇÃO	63
6.2. SUMÁRIO EXECUTIVO.....	64
6.3. O CONCEITO DO NEGÓCIO	65
6.4. ANÁLISE DE MERCADO.....	67
6.5. ANÁLISE DA CONCORRÊNCIA	72

6.6.	ANÁLISE INTERNA.....	73
6.7.	ANÁLISE SWOT.....	74
6.8.	PLANO DE MARKETING	76
6.9.	ESTRATÉGIA DE MARKETING	78
6.10.	PLANO FINANCEIRO	80
6.11.	FORMA DE SOCIEDADE E A SUA CONCRETIZAÇÃO.....	84
7.	CONCLUSÕES E PERSPETIVAS DE DESENVOLVIMENTO.....	87
	ANEXO A –REDE CAN.....	93
	ANEXO B–CUSTO DAS MERCADORIAS VENDIDAS E MATÉRIAS CONSUMIDAS.....	115
	ANEXO C – FORNECIMENTOS E SERVIÇOS EXTERNOS.....	117
	ANEXO D–COMPONENTES DO INVESTIMENTO	119
	ANEXO E – DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADOS PREVISIONAL	121
	ANEXO F – INDICADORES DE AVALIAÇÃO	123

Índice de Figuras

Figura 1	Arquitetura do modelo TCP/IP em comparação com o modelo OSI [1].....	7
Figura 2	Funcionamento da Camada de Aplicação [1].....	8
Figura 3	Funcionamento da Camada de Transporte [1].....	8
Figura 4	Datagrama da Camada de Internet [1].....	9
Figura 5	Datagrama da camada de Interface com a rede [1]	10
Figura 6	Formato de Pacote Ethernet [1].....	12
Figura 7	Sistema de <i>auto-pull</i> [5]	15
Figura 8	Diagrama de alto nível do sistema	16
Figura 9	Identificação dos pinos do sensor de caudal [6].....	17
Figura 10	Sensor de caudal.....	18
Figura 11	Esquema de ligação dos pinos do sensor de caudal [2].....	18
Figura 12	Arduino Leonardo Pinout [7]	19
Figura 13	Sensor de Caudal com placa de aquisição de sinal.....	19
Figura 14	Placa de desenvolvimento Beaglebone Black [8]	21
Figura 15	Placa de desenvolvimento Raspberry PI [9].....	22
Figura 16	Placa de desenvolvimento CubieBoard [10]	22
Figura 17	Placa de desenvolvimento Olinuxino Micro [11].....	23
Figura 18	Ecrã <i>touch screen</i> de 7’’[11]	23
Figura 19	Módulo ENC28J60.....	25
Figura 20	Ligação do Olinuxino ao Interface ENC28J60	25
Figura 21	LCD com ambiente gráfico Linux.....	31
Figura 22	Olinuxino e respetivas ligações.....	33
Figura 23	Interface Gráfica das Mesas	36
Figura 24	Interface Gráfica de Pedidos	37
Figura 25	Seleção da quantidade desejada	37
Figura 26	Chamada de funcionário pelo cliente	38
Figura 27	Pedido de conta pelo cliente.....	38
Figura 28	Interface gráfica do administrador	38
Figura 29	Novo Pedido.....	39
Figura 30	Consulta de pedidos pendentes.....	39
Figura 31	Chamada de funcionário na interface da administração.....	39
Figura 32	Pedido de conta na interface da administração.....	40
Figura 33	Diagrama de Use Cases do sistema.....	42
Figura 34	Diagrama de classes do sistema	44

Figura 35	Modelo Entidade-Relação	45
Figura 36	Parte superior da página inicial	46
Figura 37	Imagem rotativa com os diferentes espaços e eventos	47
Figura 38	Campos para registo de um utilizador	47
Figura 39	Utilizador Registado com sucesso.....	48
Figura 40	Alterar Utilizadores	49
Figura 41	Alterar dados do utilizador	49
Figura 42	Eliminar Utilizador.....	50
Figura 43	Adicionar Produto	51
Figura 44	Produto adicionado com sucesso.....	51
Figura 45	Modificar Produto	52
Figura 46	Formulário de alteração de produto.....	52
Figura 47	Criar novo evento	53
Figura 48	Gerir Evento	54
Figura 49	Formulário para alteração de características de um evento.....	54
Figura 50	Adicionar resultados.....	55
Figura 51	Adicionar Espaço	56
Figura 52	Alterar Espaço	56
Figura 53	Espaços disponíveis.....	57
Figura 54	Informações do espaço	58
Figura 55	Produtos.....	58
Figura 56	Exemplo de lista de produtos (bebidas).....	59
Figura 57	Lista de eventos	59
Figura 58	Detalhes do evento	60
Figura 59	Escolha do Ranking a consultar	60
Figura 60	Ranking selecionado.....	61
Figura 61	Sobre nós	61
Figura 62	Modelo de Camadas OSI e CAN [26].....	94
Figura 63	Exemplo de <i>bit stuffing</i> num fluxo de bits[26].....	96
Figura 64	Esquema de temporização de um bit[26]	96
Figura 65	Limitação da relação entre a taxa de transmissão e o comprimento do barramento.[26] 98	
Figura 66	Topologia de uma rede CAN [26]	98
Figura 67	Nó de uma rede CAN [26].....	99
Figura 68	Difusão de mensagens [26]	102
Figura 69	Ausência de colisões por utilização de CSMA/NBA [26]	104
Figura 70	Trama de dados do protocolo CAN [26]	105
Figura 71	Diferenças entre tramas de dados do tipo <i>standard</i> e <i>extended</i> [26].....	106
Figura 72	Campo de controlo [26].....	107

Figura 73	Campo de CRC [26].....	107
Figura 74	Trama de erro ativa [26].....	108
Figura 75	Área da trama a ser aplicada a regra de <i>stuffing</i> [26]	109
Figura 76	Área da trama em que ocorre monitorização de <i>bits</i> [26]	109
Figura 77	Área de trama protegida pelo campo de CRC [26]	110
Figura 78	Diagrama de estados de um nó CAN, face à ocorrência de erros temporários ou permanentes [26].....	111

Índice de Tabelas

Tabela 1	Calendarização das tarefas efetuadas	3
Tabela 2	Parâmetros de diferenciação entre as diversas placas de desenvolvimento	24
Tabela 3	Tarefas associadas a cada ator	43
Tabela 4	Cadeia de valor segundo Porter [23]	71
Tabela 5	Principais Concorrentes.....	73
Tabela 6	Síntese	75
Tabela 7	Estimação da faturação média mensal.....	81
Tabela 8	Margem bruta média esperada sobre os produtos vendidos	82
Tabela 9	Componentes do financiamento	83
Tabela 10	Indicadores na perspetiva do projeto.....	84
Tabela 11	Indicadores na perspetiva do investidor	84

Acrónimos

API	– Application Programming Interface
CAN	– Controller Area Network
CSMA/CD	– Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection
GPIO	– General Purpose Input/Output
HDMI	– High-definition multimedia interface
HTML	– HyperText Markup Language
I2C	– Inter Integrated Circuit
LCD	– Liquid Cristal Display
RAM	– Random-Acess Memory
SPI	– Serial Peripheral Interface
UART	– Universal Asynchronous Receiver/Transmitter
UDP	– User Datagram Protocol
UML	– Unified Modeling Language
USB	– Universal Serial Bus
TCP/IP	– Transmission Control Protocol/Internet Protocol

1. INTRODUÇÃO

Na sociedade atual a tecnologia está relacionada com a maioria das atividades desenvolvidas pelos cidadãos, estando esta presente nas mais diversas tarefas do nosso quotidiano. Posto isto, esta deve servir para facilitar as tarefas realizadas no dia-a-dia dos seres humanos.

O objetivo deste trabalho passa por desenvolver um sistema que sustente um café/bar num ambiente inteligente, suportando um sistema que permita às pessoas efetuarem pedidos a partir das próprias mesas, evitando os atuais atrasos que por vezes se verificam no atendimento ao cliente, e que acabam por causar alguma insatisfação.

Outra parte do trabalho centra-se no desenvolvimento de um sistema que permita a medição de caudal de um sistema dispensador de um líquido, que deverá complementar o passo anterior. Este permitirá que as pessoas se possam servir a si próprias, se o seu objetivo é apenas ingerir um dos líquidos disponíveis. Estes dados deverão ser tratados e comunicados ao sistema central do espaço comercial, de modo a que possam ser controlados e que permitam facilitar o trabalho dos funcionários.

Uma outra opção a desenvolver foi a criação de *rankings* que podem ser ou não (estando este processo à escolha do utilizador) projetados num ecrã central, que indicará quais as

mesas que consomem mais, e internamente um *ranking* que indica qual a pessoa que bebeu mais e em que mesa é que se encontra.

O sistema que permite efetuar os pedidos deverá ser projetado em pequenos ecrãs disponíveis nas mesas, e o resultado apresentado no ecrã deverá ser bastante *user friendly*.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Este trabalho surgiu como resultado da dissertação do Mestrado de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores no ramo de Sistemas de Planeamento Industrial. O interesse pelo sistema surgiu durante o programa de Erasmus efetuado na República Checa que possui uma parte do sistema que se pretende desenvolver.

O estudo desenvolvido ao longo deste projeto pretende criar um sistema inteligente que facilite a tarefa quer dos funcionários quer dos clientes dos espaços comerciais de restauração (bares, cafés, etc.).

1.2. OBJETIVOS

O objetivo principal deste projeto é o desenvolvimento de um sistema de auxílio a um café/bar que facilite os processos de compra e venda de produtos associados a este tipo de espaços. Este sistema deverá permitir:

- que os pedidos sejam efetuados através dos ecrãs disponíveis nas mesas.
- que os clientes possam auto servir-se sem necessitarem de aguardar os longos tempos de espera geralmente associados a este tipo de espaços.
- o sistema deverá também permitir que os clientes possam solicitar um funcionário.

1.3. CALENDARIZAÇÃO

Tabela 1 Calendarização das tarefas efetuadas

ID	Tarefa	Duração	Q1 13		Q2 13			Q3 13			Q4 13		
			fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out		
1	Análise dos requisitos do sistema e escolha do hardware a utilizar	50d	■										
2	Estudo das redes CAN e Ethernet	23d			■								
3	Implementação da interface gráfica no hardware	45d			■								
4	Implementação do sistema de informação	45d						■					
5	Realização do plano de negócios	23d									■		
6	Redação do relatório do projeto	183d	■										

1.4. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

O relatório está dividido em 7 capítulos. No primeiro capítulo é feita uma introdução ao trabalho a desenvolver e são especificados os objetivos a atingir com a sua realização. O capítulo seguinte, capítulo 2, apresenta a análise de requisitos do sistema e a escolha do *hardware* a utilizar, bem como a sua interligação. No capítulo 3 é apresentado um estado de arte das redes de campo, onde deverá ser explanado o porquê da adoção da rede utilizada de modo a interligar as mesas com o sistema central. No capítulo 4 será apresentada a implementação da interface gráfica no *hardware* escolhido. No quinto capítulo é apresentado um *website* que será utilizado para a divulgação do espaço e de todas as informações inerentes a este. No sexto capítulo será apresentado um plano de negócios para um espaço que possua o sistema desenvolvido. No capítulo 7 serão apresentadas as principais conclusões retiradas da realização do trabalho e tecidas as perspectivas de melhorias futuras.

Este relatório é ainda composto por vários anexos que servem de apoio aos capítulos anteriormente apresentados.

2. ESTADO DA ARTE DAS REDES DE COMUNICAÇÃO

Várias foram as redes analisadas, tendo as redes CAN e as redes Ethernet sido aquelas que melhor se enquadravam neste projeto. Por motivos que passaremos a explicar optou-se pelas redes Ethernet. Disponibiliza-se no entanto, no Anexo A, uma descrição das redes CAN, já que foram alvo de estudo, e por outro lado, com carácter informativo para possíveis futuros leitores. Ao longo deste capítulo será abordada a temática das redes de campo e explanadas em detalhe as redes Ethernet.

2.1. REDES DE CAMPO

As redes de campo são redes locais de comunicação, bidirecionais e multiponto, utilizadas para interligar dispositivos de controlo e sistemas de operação sendo estas diversas vezes utilizadas para efetuar o controlo de sistemas em tempo real. As redes de comunicação digital de campo são amplamente utilizadas em ambiente industrial substituindo os sistemas de sinal analógico amplamente utilizados anteriormente. Este tipo de redes é implementado em sistemas de automação e controlo, sistemas de domótica, sistemas automóveis entre outras aplicações. Normalmente estas redes são constituídas por um barramento (par entrançado) que estabelece a ligação entre os diversos nós da rede. As

redes de campo possuem comumente um conjunto de características essenciais como a transmissão bidirecional digital, redução da complexidade da cablagem, flexibilidade para ampliar e interligar diferentes módulos assim como, a interoperabilidade entre diferentes sistemas/instrumentos. Atualmente existe um grande número de tipos de redes de campo, possuindo cada uma delas características próprias e diferentes protocolos de comunicação. A escolha dos protocolos é efetuada tendo em consideração a complexidade e os requisitos funcionais da aplicação, bem como a quantidade de informação e requisitos em tempo real.

2.2. COMUNICAÇÃO ETHERNET

As redes ETHERNET (IEEE 802.3 / ISO 8802-3) foram inicialmente desenvolvidas pela Xerox durante a década de 70. Atualmente estas redes exercem um claro domínio no campo das redes locais.

Inicialmente o controlo de acesso ao meio (MAC) era um aspeto fundamental. A técnica utilizada neste tipo de rede CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Detect*) não é propriamente a ideal, uma vez que se trata de um mecanismo que não evita as colisões, o que leva a que este possua uma baixa eficiência quando sujeito a condições de elevado tráfego.

A Ethernet tem um padrão de transmissão de dados para rede local definido pelo IEEE como 802.3. Esta é baseada no princípio de que todas as máquinas da rede Ethernet estão ligadas a uma mesma linha de comunicação, constituída por cabos cilíndricos.[1] [2]

2.2.1. PROTOCOLO TCP/IP

O protocolo TCP/IP (*Transmission Control Protocol/ Internet Protocol*) é utilizado para possibilitar que dois ou mais computadores comuniquem entre si. Este protocolo é constituído por um conjunto de outros protocolos (UDP, FTP, HTTP, SMTP, ...) desenvolvidos com base no modelo OSI (*Open System Interconnection*), Figura 1.



Figura 1 Arquitetura do modelo TCP/IP em comparação com o modelo OSI [1]

O protocolo TCP/IP compõe a tecnologia de base que suporta o funcionamento da internet. A sua principal função é regular a comunicação entre as aplicações e a rede física. O TCP/IP é constituído por quatro camadas (Figura 1) denominadas Aplicação, Transporte, Internet e Acesso à Rede.

A camada Aplicação (figura 2), sustenta a comunicação entre os processos/aplicações que utilizam serviços remotos/locais, onde para aceder a estes serviços são descritos protocolos de alto nível, sendo os mais conhecidos o HTTP (*Hyper Text Transfer Protocol*), o SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*), o FTP (*File Transfer Protocol*) e o DNS (*Domain Name System*). Esta camada normalmente utiliza o modelo cliente - servidor e recorre aos serviços da camada de transporte. Como lida com aplicações, não tem um padrão definido, pelo que cada aplicação tem o seu próprio padrão. Para cada uma destas aplicações está atribuída uma porta de comunicação com a camada de transporte, como se pode ver na Figura 3 [3].

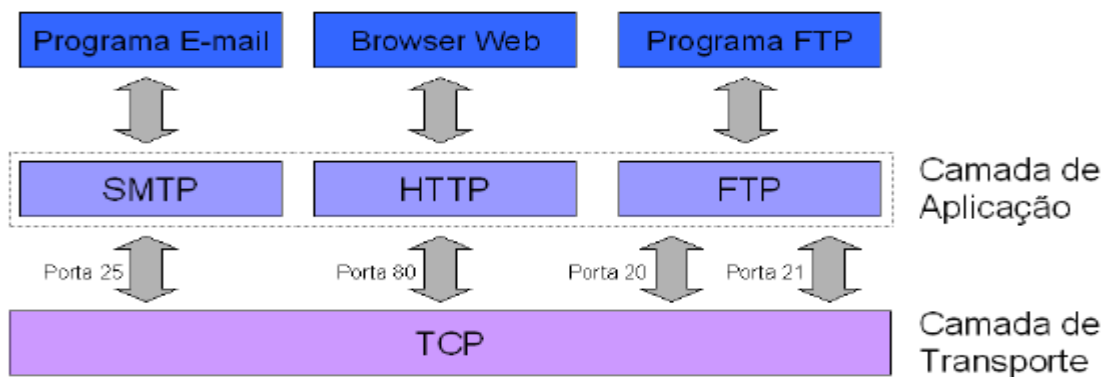


Figura 2 Funcionamento da Camada de Aplicação [1]

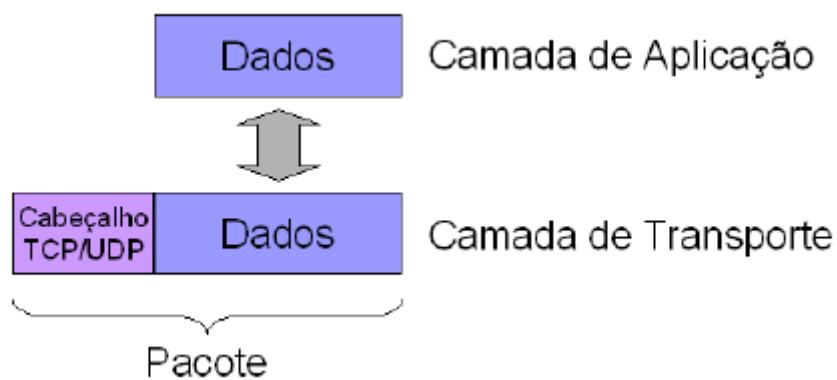


Figura 3 Funcionamento da Camada de Transporte [1]

A camada de transporte é responsável pela transferência dos dados recebidos da camada de aplicação. Estes são divididos em segmentos antes de serem transmitidos, isto sob o ponto de vista do emissor. No lado do recetor os segmentos são reagrupados e entregues à camada de aplicação. Os dois protocolos que operam nesta camada são o TCP e o UDP.

O protocolo TCP é utilizado para estabelecer a ligação e efetuar a entrega dos dados de uma forma fiável. Este protocolo é utilizado em aplicações onde é necessário garantir a entrega de dados, como por exemplo o FTP [1] [3].

O protocolo UDP não assegura a entrega fiável de dados. É utilizado em aplicações que necessitam de uma elevada taxa de transferência de dados.

Na camada internet, o protocolo utilizado para efetuar a transferência de dados é o protocolo IP (*Internet Protocol*). No protocolo IP todas as entidades da comunicação têm um endereço lógico designado por endereço IP.

Esta camada adiciona um cabeçalho ao pacote de dados proveniente da camada de transporte, onde para além de outros dados de controlo será adicionado o endereço de IP de destino e o endereço de IP de origem.

O endereçamento de pacotes numa rede IP é efetuado por equipamentos denominados *routers*. Este encaminhamento realizado pelos *routers* tem como base a análise efetuada ao endereço de IP de destino dos pacotes recebidos.

O protocolo IP não é considerado um protocolo fiável uma vez que não verifica se o pacote de dados chegou ao endereço. Esta tarefa é realizada pelo protocolo TCP, tornando assim o protocolo IP fiável [2].

A camada de interface com a rede é responsável por efetuar a ligação entre a camada de rede e a saída do equipamento. Os datagramas (Figura 4) recebidos da camada de Internet são colocados na rede nesta camada (Figura 5). Esta, também recebe os dados da rede e envia-os para a camada superior. As operações realizadas nesta camada, normalmente efetuadas pela placa de rede, estão dependentes do tipo de rede a que o equipamento está ligado, podendo ser *Ethernet*, *Token Ring*, entre outros.

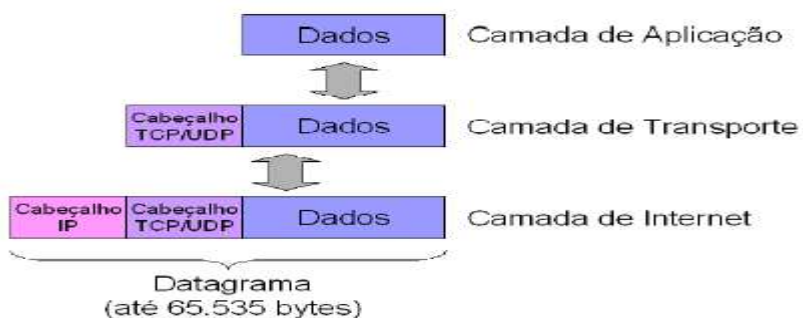


Figura 4 Datagrama da Camada de Internet [1]

Um datagrama é um conjunto de bytes, que possui o endereço IP do destino, o protocolo e os dados a serem transmitidos.

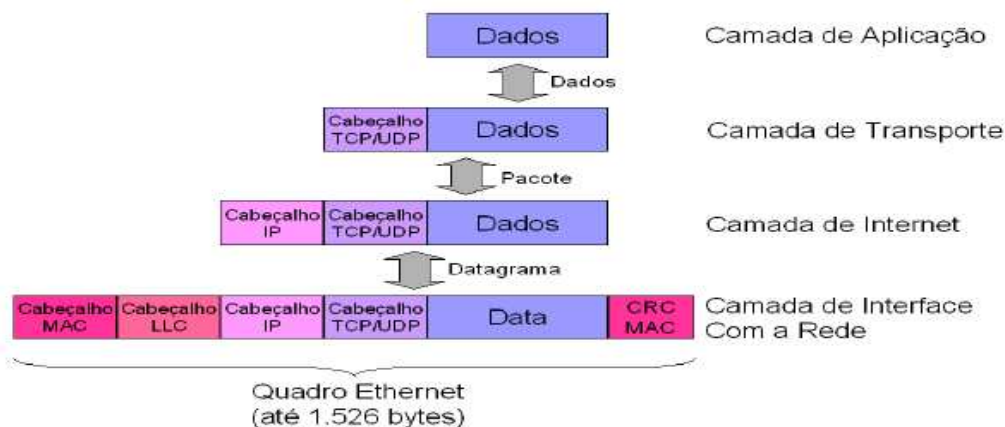


Figura 5 Datagrama da camada de Interface com a rede [1]

2.2.2. PRINCÍPIOS DE TRANSMISSÃO

Todos os computadores ligados a uma rede Ethernet utilizam uma comunicação baseada no protocolo CSMA/CD, o que significa que se trata de um protocolo de acesso múltiplo com vigilância de portador *Carrier Sense* e detecção de colisão.

A técnica CSMA/CD obriga a que as colisões de dados sejam detetadas por todos os nós antes da transmissão do pacote terminar. Isto introduz limites na relação entre o tempo de transmissão do pacote e o atraso de propagação.

Através deste protocolo qualquer máquina está autorizada a emitir sobre a linha de transmissão. Esta comunicação é feita de uma maneira muito simples.

Se várias tramas de dados se encontram na linha de transmissão ao mesmo tempo, isto é, se duas máquinas emitirem simultaneamente, existe uma colisão na informação. Quando existe uma colisão ambas as máquinas interrompem a sua comunicação, esperando um tempo aleatório, em que a primeira a ultrapassar o seu prazo pode emitir de novo a sua trama. Este princípio é baseado em vários constrangimentos:

- Os pacotes de dados devem ter um dimensão máxima;
- Existe um período de espera entre duas transmissões;

O tempo de espera varia tendo em consideração a frequência das colisões, nomeadamente:

- Após a primeira colisão a máquina espera uma unidade de tempo;

- Após a segunda colisão a máquina espera duas unidades de tempo;
- Após a terceira colisão a máquina espera quatro unidades de tempo;

2.2.3. **ETHERNET COMUTADA**

A topologia Ethernet descrita anteriormente era a Ethernet partilhada, isto é, qualquer mensagem emitida é apreendida por todas as máquinas ligadas à rede. No entanto houve uma evolução bastante importante, nestas redes surgindo a Ethernet comutada. A comutação foi um progresso enorme pois eliminou os maiores problemas originalmente associados às redes *Ethernet*. Este processo evoluiu de tal forma que alguns fatores aumentaram de forma bastante significativa a eficiência geral da rede, a saber:

- Funcionamento em “full-duplex”, sem colisões e sem necessidade de controlo de acesso ao meio;
- Encaminhamento com base no endereço de nó para que as tramas cheguem apenas ao nó de destino (gestão da tabela MAC);
- Eliminação dos domínios de colisão, evitando as restrições nas dimensões máximas da rede;
- Redução ao máximo de congestionamentos por ação dos comutadores;

A estrutura física é uma estrela, organizada em redor de um comutador (*switch*). O *switch* utiliza um mecanismo de filtragem e de comutação muito idêntico ao utilizado pelas *gateways*. O funcionamento do *switch* refere-se a uma verificação dos endereços de origem e de destino das mensagens, que através de um processo de auto aprendizagem interno no *switch* é criada uma tabela que permite saber qual a máquina que está ligada a cada porta do *switch*[1] [2].

Dado que a comutação permite evitar as colisões e que as técnicas 10/100/1000 T dispõe de circuitos separados para a transmissão e para a receção (um par entrançado por sentido de transmissão), a maior parte dos comutadores modernos permitem desativar a deteção de colisão e operar em modo *full-duplex* sobre os portos. Através disto, as máquinas podem emitir e receber simultaneamente, o que contribuiu para um aumento do desempenho da rede.

Posto isto, cada transferência pode ser efetuada a débito nominal, sem colisões, com a consequência de um aumento muito sensível da banda da rede.

Os comutadores Ethernet modernos detetam a velocidade de transmissão utilizada por cada máquina (*autosensing*), isto é, se forem utilizadas várias máquinas com velocidades do tipo (10/100/1000 Mb/s), em que as máquinas não possuem todas a mesma velocidade, os comutadores modernos fazem a sua própria configuração para que as mensagens sejam enviadas entre estas mesmo que exista essa disparidade nas velocidades.

2.2.4. PACOTES E ENDEREÇOS DA ETHERNET

Cada nó é identificado por um número de 48 bits, sendo este designado de endereço de nó, endereço físico ou endereço MAC. Por norma, estes endereços são apresentados sob a forma de 6 octetos em notação hexadecimal, separados por dois pontos, por exemplo: 3C:93:DB:00:60:B0.

De forma a garantir que os endereços são únicos, é atribuída uma sequência fixa para os primeiros 24 bits para cada fabricante de *hardware*.

Os pacotes na camada de ligação lógica são habitualmente designados de tramas ou *frames*. Podem existir sem grandes problemas vários formatos de trama numa mesma rede ETHERNET, mas o mais divulgado é o “Ethernet II”, também conhecido por DIX (Digital, Intel, Xerox), Figura 6.

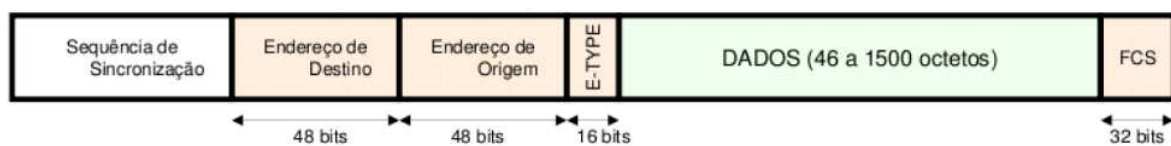


Figura 6 Formato de Pacote Ethernet [1]

2.2.5. WEB SOCKETS

As *Web Sockets* representam uma evolução à muito aguardada na tecnologia *web* cliente/servidor. Estas permitem uma ligação de TCP única a ser estabelecida entre o cliente e o servidor permitindo comunicações bidirecionais em *full-duplex* com as mensagens a serem distribuídas instantaneamente, com pouca sobrecarga o que resulta numa ligação de baixa latência.

As *Web Sockets* foram projetadas para serem implementadas em *browsers* e servidores *web*, mas podem ser utilizadas por qualquer aplicação cliente servidor. O protocolo *WebSocket* é um protocolo independente baseado em TCP. A sua única relação com HTTP é um *handshake* que é interpretado pelos servidores de HTTP como um pedido de atualização. O protocolo *Web Socket* torna possível mais interação entre o *browser* e o *web site*, facilitando conteúdos *live* e a criação de comunicações em tempo real. Isto é possível através de uma forma padronizada para o servidor enviar informação para o *browser* sem este ser solicitado pelo cliente, permitindo ainda que as mensagens sejam enviadas em ambos os sentidos, mantendo a ligação ativa.

O protocolo *Web-Socket* é suportado em diversos *browsers*, incluindo o *Google Chrome*, *Internet Explorer*, *Mozilla Firefox*, *Safari* e *Opera*. As *WebSockets* apenas estão disponíveis a partir do HTML 5.0 e necessitam de um servidor próprio que as suporte [4].

2.2.6. CONCLUSÕES

Tal como foi referido anteriormente, para além das Redes Ethernet foi ainda efetuado um estudo das redes CAN. No entanto, para o enquadramento do projeto em questão, as redes *Ethernet* pareceram ser as mais adequadas, essencialmente devido às razões apresentadas de seguida.

O facto de todos os espaços físicos terem obrigatoriamente de possuir acesso à *Internet*, leva a que a implementação de uma rede Ethernet tenha um custo reduzido de implementação.

As redes CAN têm a necessidade de adaptadores adicionais o que leva a que o custo de implementação destas seja mais elevado.

As *Web Sockets* são uma tecnologia emergente e bastante eficiente para comunicações em tempo real.

Num futuro próximo prevê-se ser interessante possuir a funcionalidade de *streaming* de vídeo, de modo a que possa haver uma maior interação entre os diversos espaços o que será possível através da camada TCP/IP nas redes Ethernet, o que numa rede CAN levaria à necessidade de uma camada extra que teria de ser realizada.

3. *HARDWARE DO SISTEMA*

Tal como já foi referido anteriormente o objetivo deste trabalho visa a criação de um sistema de *auto-pull*, que consiste num conjunto de torneiras que dispensam determinado líquido, sendo esse líquido contado e apresentado em monitores presentes nas mesas, tal como mostra a figura 7.



Figura 7 Sistema de *auto-pull*[5]

O objetivo deste trabalho é portanto conseguir o controlo da parte elétrica do sistema, nomeadamente a medição do caudal e estabelecer a comunicação com um sistema central. Ao longo deste capítulo serão apresentadas as diversas escolhas para a concretização destes objetivos.

Assim, neste capítulo são analisados os requisitos necessários ao sistema e descritas as escolhas necessárias à realização de um projeto organizado.

3.1. ANÁLISE DE REQUISITOS

De modo a responder aos requisitos do sistema que se pretende desenvolver decidiu-se subdividir o sistema em 3 partes:

- Medição de caudal;
- Interface com o utilizador;
- Comunicação com o sistema central.

A figura 8 apresenta um diagrama de alto nível do sistema.

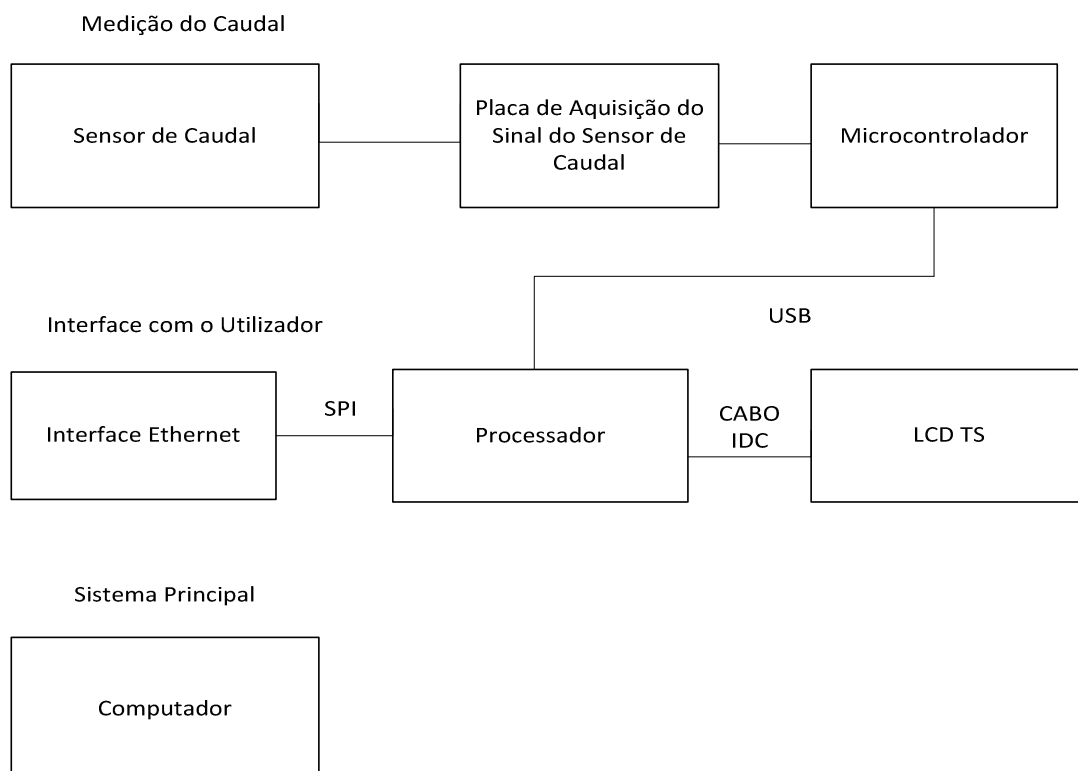


Figura 8 Diagrama de alto nível do sistema

Assim sendo, o sistema possui um sensor de caudal para a leitura do líquido dispensado. De modo a fazer a aquisição do sinal do sensor de caudal existe uma placa de aquisição do sinal e um microcontrolador para processar o mesmo. Na interface com o utilizador existe um processador e um LCD TS que são ligados entre si por um cabo IDC. Uma vez que o processador escolhido não possui interface Ethernet foi necessário adquirir um módulo externo que foi ligado ao processador através de SPI. O sistema principal é constituído por um computador sendo a ligação a este efectuada através de uma rede Ethernet.

3.1.1. MEDIÇÃO DE CAUDAL

A medição de caudal é necessária para saber a quantidade de líquido que é consumida pelo cliente. Será necessário analisar o mercado de modo a tomar conhecimento das diversas soluções que podem ser adquiridas, tendo em conta diversos fatores, como por exemplo a fiabilidade ou o preço.

Para a realização deste projeto foi utilizado o medidor de vazão DPL da Kobold disponível no ISEP, sendo posteriormente todos os outros componentes necessários adaptados ao sensor disponível, este medidor de vazão é apropriado para sistemas de medição de caudal possuindo um baixo custo, sendo o seu funcionamento descrito de seguida [6].

O fluído passa pelas pás rotativas do rotor o que gera nele um movimento que é detetado por sensores optoelectrónicos, gerando de seguida um sinal eléctrico que poderá ser lido através de um micro controlador.

De modo a efetuar a ligação do sensor a um microcontrolador é necessário perceber inicialmente como é constituído o sistema e quais os pinos que este tem disponíveis.

A imagem da figura 9 permite a fácil identificação dos pinos, para posterior conexão ao microcontrolador.

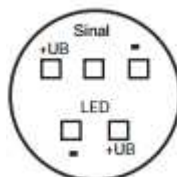


Figura 9 Identificação dos pinos do sensor de caudal [6]

Após a identificação dos pinos do sensor foram então associados fios a cada um deles tal como pode ser observado na figura 10. O fio amarelo corresponde ao +UB que será ligado ao LED, o fio branco corresponde ao sinal a medir, o fio castanho corresponde ao +UB que está associado ao recetor e por último os dois fios cinzentos correspondem ao terminal negativo.



Figura 10 Sensor de caudal

Para a ligação dos fios condutores e consequente receção do sinal através de um micro controlador, será utilizado o esquema elétrico apresentado na figura 11.

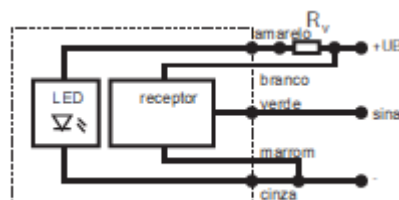


Figura 11 Esquema de ligação dos pinos do sensor de caudal [2]

Uma vez que o circuito será alimentado através de USB (ou seja 5V), então a resistência deverá ser de 220Ω , tal como indicado no *datasheet* do sensor de caudal.

Finalizada a escolha do sensor de caudal e o estudo das características deste, será agora necessário escolher um microcontrolador para a receção do sinal. Assim, para a receção do sinal do sensor de caudal será utilizada a placa Olimexino-32U4, que inclui um ATMEGA 32U4 e um interface para USB. Esta placa possui outras funcionalidades interessantes mas para este projeto não são relevantes pelo que não serão referidos. O esquema deste está apresentado na figura 5.

De forma a conseguir a leitura do porto é necessário a inicialização do porto, e posteriormente efetua-se a leitura deste.

O sensor utilizado é constituído por um foto díodo e um foto transístor que quando existe uma interrupção do feixe este emite um impulso. Posto isto, é necessário perceber qual a quantidade de líquido que gera um impulso.

Após diversas medições chegou-se à conclusão que em média cada impulso emitido corresponde a cerca de 0,05 ml, como este valor é demasiado pequeno decidiu-se então que o micro controlador apenas emitirá uma mensagem após a leitura de 100 impulsos, o que corresponde a 50 ml.

Quando forem conhecidas mais informações, como o líquido a medir e a torneira através da qual este será dispensado, deverão ser efetuadas novas medições de modo a verificar a usabilidade da mensagem anterior, podendo esta ser facilmente substituível no código, caso se chegue à conclusão que este não se adequa às novas condições do sistema.

3.1.2. INTERFACE COM O UTILIZADOR

Para a interface com o utilizador, será necessário um dispositivo que permita a sua interação com o sistema. Este dispositivo terá de ter um *interface* apelativo, assim como possuir funcionalidades de entretenimento.

Estes requisitos terão de ser satisfeitos como recurso a um sistema que seja fiável e o mais barato possível. Deverá também ser pequeno e consumir a menor quantidade de energia possível, uma vez que serão utilizados diversos sistemas semelhantes em todo o espaço (dois por mesa).

De igual importância é a integração dos dispositivos com o mobiliário, uma vez que será necessário garantir um sistema apelativo ao utilizador, tanto a nível de utilização, como a nível estético.

O interface desenvolvido permitirá ao utilizadorefetuar pedidos através de um LCD disponível na mesa, e ainda ativar o seu contador, de modo a que possa servir-se autonomamente. Este sistema deverá ser constituído por um ecrã e um processador, sendo que este último deverá correr um sistema Linux, uma vez que entre os sistemas operativos disponíveis é o único com o qual já se teve alguma experiência.

Serão dados alguns exemplos de sistemas que satisfazem os requisitos pedidos no que concerne a placas de desenvolvimento, sendo analisados os pontos fortes e fracos dos mesmos.

BEAGLEBONE BLACK

A *BeagleBone Black* (figura 14) contém um processador *Sitara AM335x* que é composto por um ARM Cortex-A8 de 1GHz. Esta possui 512 MB de RAM, entrada para cartão microSD, duas entradas USB, interface Ethernet, saída HDMI. Esta placa pode ser alimentada através da porta USB ou por uma fonte externa de 5V. Para além de dois barramentos de 46 pinos de interfaces I/O, é compatível com sistemas operativos baseados em Linux, Android, etc. O preço da placa é de aproximadamente 37€. [8]

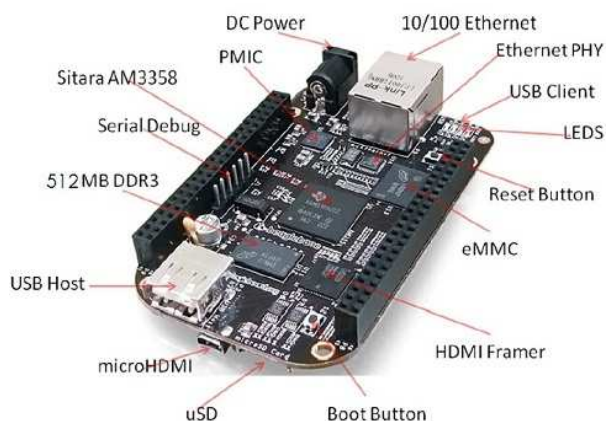


Figura 14 Placa de desenvolvimento Beaglebone Black [8]

RASPBERRY PI

A *Raspberry PI* (Figura 15) contém um processador Broadcom BCM2835, que possui um ARM1176JF-S de 700 MHz (podendo chegar a 1GHz através de *overclocking*). Possui 512 MB de RAM, entrada para cartão MicroSD, duas portas USB (inclui um *hub* USB integrado), interface Ethernet, uma saída HDMI e 26 pinos com interfaces de I/O (GPIO, I2C, SPI e UART),

A placa pode ser alimentada através de uma porta USB ou de uma fonte externa de 5V, sendo compatível com sistemas operacionais baseados em Linux. O preço aproximado da placa é de 28€. [9]

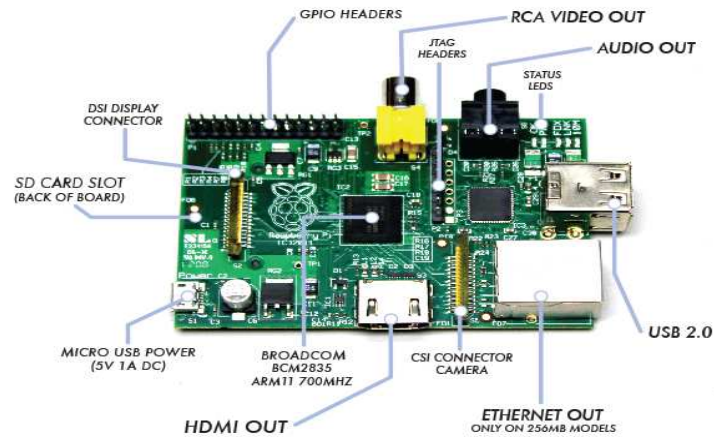


Figura 15 Placa de desenvolvimento Raspberry PI [9]

CUBIEBOARD

A *CubieBoard* (Figura 16) contém um processador ARM Cortex-A8 de 1GHz, 1GB de RAM, entrada para cartão micro-SD, duas portas USB, interface Ethernet, saída HDMI e 96 pinos de interfaces I/O. Pode ser alimentada através de uma porta USB ou por uma fonte externa de 5V. É compatível com sistemas operativos baseados em Linux, sendo o preço aproximado desta placa de 50€. [10]

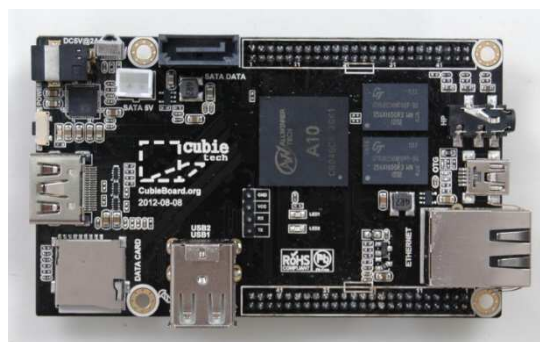


Figura 16 Placa de desenvolvimento CubieBoard [10]

A13 OLINUXINO MICRO

A A13 Olinuxino Micro (figura 17) contém um processador ARM A8 de 1GHz, 256 de RAM, adaptador para cartão micro-sd, duas portas USB, saída HDMI, 74 pinos de interface I/O. Existe um ecrã de 7 polegadas (figura 18) com *touch screen* de baixo custo que pode ser adquirido para ser associado a esta placa. Esta placa pode ser alimentado através da porta USB ou através de uma fonte externa de 5V. O preço aproximado da placa é de 35€, e o LCD com *touch screen* custa aproximadamente 55€. [11]

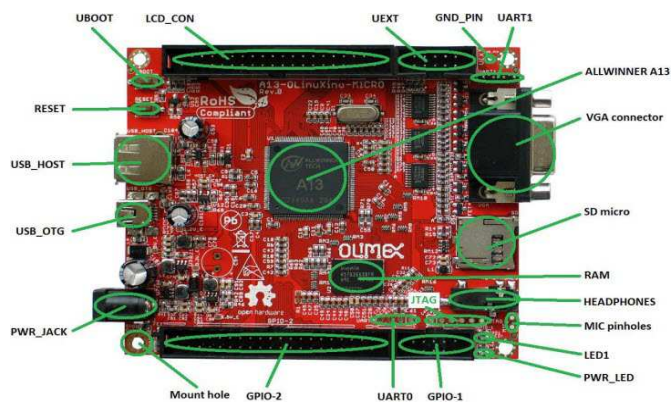


Figura 17 Placa de desenvolvimento Olinuxino Micro [11]



Figura 18 Ecrã *touch screen* de 7''[11]

Na tabela 2 são apresentadas as comparações entre as diversas características de cada uma das placas de modo a permitir a tomada de decisão de qual será a mais adequada ao projeto que irá ser realizado. Decidiu-se ignorar desta tabela o suporte a cartões micro SD, as

entradas USB e a capacidade de suportarem um ambiente Linux uma vez que todas as placas estão em igualdade no que concerne a estes parâmetros.

Tabela 2 Parâmetros de diferenciação entre as diversas placas de desenvolvimento

Placa	Processador	RAM	Interface Ethernet	Portos de I/O	Ecrã Compatível	Preço
Beagle-Bone Black	ARM Cortex-A8	512 MB	X	46		37€
Raspeberry PI	ARM1176JF-S	512 MB	X	26		28€
CubieBoard	ARM Cortex-A8	1GB	X	96		50€
Olinuxino Micro	ARM Cortex-A8	256 MB		74	X	35€

Para a realização deste projeto optou-se pela Olinuxino Micro apesar de esta possuir menos RAM que as restantes e não possuir interface Ethernet. O facto de ser a segunda que possui um preço mais baixo, e se comparada com a mais barata, possuir um processador melhor e principalmente por ter um ecrã que poderá ser adquirido conjuntamente com esta o que facilita a sua instalação, levou a que se opta-se então por este modelo. De salientar que para alimentar a placa e o LCD é necessária a utilização de uma fonte de alimentação adequada, uma vez que a alimentação através de USB se demonstrou insuficiente.

MÓDULO ENC28J60

De modo a resolver o problema da falta de interface Ethernet na placa de desenvolvimento escolhida, será utilizado o módulo ENC28J60, que é um módulo de baixo custo e que permitirá colmatarestedéfi ce efetuando a ligação com a placa através de SPI.

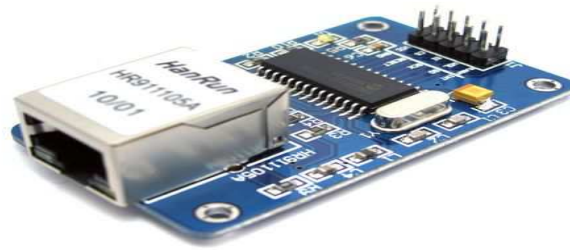


Figura 19 Módulo ENC28J60

O módulo ENC28J60 é ligado à placa de desenvolvimento através dos pinos da placa de SPI, tal como mostra a figura 20.



Figura 20 Ligação do OlinuXino ao Interface ENC28J60

3.1.3. COMUNICAÇÃO COM O SISTEMA PRINCIPAL

Todos os processos efetuados em cada uma das mesas deverão ser comunicados a um sistema central, de modo a facilitar a gestão de processos. Para este efeito, deverá ser utilizada uma rede interna de comunicação, uma vez que esta se revelou ser a mais adequada para a resolução do problema proposto. Para a implementação desta rede será necessário um *router*, de modo a efetuar o encaminhamento dos pacotes de dados das mesas para o sistema principal, e do sistema central para as mesas.

4. IMPLEMENTAÇÃO

Após ter sido selecionado todo o *hardware* a utilizar para a realização do projeto, é agora necessário garantir as condições essenciais para a progressão do trabalho. De modo a possibilitar a interação dos utilizadores com o sistema é necessário inicialmente carregar o Linux na placa de desenvolvimento [14].

4.1. INSTALAÇÃO DO LINUX NA PLACA DE DESENVOLVIMENTO

4.1.1. OBTENÇÃO DA IMAGEM

Para a realização desta operação será utilizada a imagem do Linux disponibilizada pelos fornecedores do material que pode ser obtida em [15].

4.1.2. DESCOMPRESSÃO DA IMAGEM NUM CARTÃO DE MEMÓRIA MICRO SD

Após a obtenção da imagem, esta foi descomprimida no cartão de memória que posteriormente será incluído na placa de desenvolvimento, através da entrada existente para cartões de memória.

Após a descompressão da imagem, o terminal da placa já está disponível, no entanto ainda não possui a interface gráfica, pelo que os próximos passos serão realizados no computador monitorizando a placa através do computador.

Por omissão o utilizador é *root* e a *password* é *password*.

4.1.3. CARREGAMENTO DO MÓDULO DO ENC28J60

Após a obtenção e descompressão da imagem é agora necessário configurar o módulo do ENC28J60, de modo a que este seja carregado logo no arranque do *kernel* e permita assim o acesso à internet, através de Ethernet [16].

De modo a resolver este problema é necessário descarregar os ficheiros disponíveis em https://dl.dropbox.com/u/96533863/enc28j60_v3.tar.gz, e ainda efetuar uma ligação direta de um pino do ENC28J60 ao PIN8 do GPIO do Olinuxino.

Com a realização deste processo existirá um ficheiro, que será carregado aquando do carregamento do *kernel* do Linux, chamado ENC28J60.ko, que tornará possível a utilização deste módulo.

Após a realização destas tarefas, o módulo já se encontrará disponível para utilização, sendo agora necessário configurar o IP de modo a aceder à Internet, para isto é utilizado o seguinte comando:

```
ifconfig eth0 up
```

De modo a obter o endereço IP utiliza-se o seguinte comando:

```
dhclient eth0
```

Após conseguir o acesso à Internet é agora necessário resolver um outro problema existente, o carregamento do módulo de *touch screen*.

4.1.4. CARREGAMENTO DO MÓDULO DE TOUCH SCREEN

O driver do módulo de *touch-screen* não está identificado corretamente no *kernel* do Linux. De forma a colocar o *touch-screen* operacional é necessária a realização de alguns passos, que serão explicados abaixo [17].

Inicialmente deverá ser executado o comando:

```
git clone https://github.com/kergoth/tslib
```

Posto isto fazer:

```
cd tslib
```

Após estar na pasta do tslib, é agora necessário executar o seguinte comando:

```
patch -p1 < ../tslib.patch
```

Se durante este passo for solicitado o nome do ficheiro este é “plugins/input-raw.c”.

Posteriormente a isto, faz-se:

```
autoreconf -vi
```

Este comando executa uma atualização dos ficheiros de configuração. Seguidamente faz-se a configuração do processo de compilação:

```
./configure
```

O ficheiro criado anteriormente é executado através do:

```
make
```

Após a execução deste, deve ser executado o seguinte:

```
make.install
```

Quando as tarefas anteriores estiverem concluídas o módulo do *touch screen* já se encontrará pronto para ser transferido. De modo a identificar o número do evento é necessário executar o seguinte:

```
dmesg | grep sun4i-ts
```

Com este passo concluído chegou-se à conclusão que o número do evento era o 4.

Assim é necessário efetuar alguns *exports*:

```
export TSLIB_TSEVENTTYPE=raw
```

```
export TSLIB_CONSOLEDEVICE=none
```

```
export TSLIB_FBDEVICE=/dev/fb0
```

```
export TSLIB_TSDEVICE=/dev/input/event4
```

```
export TSLIB_CALIBFILE=/etc/pointercal
```

```
export TSLIB_CONFFILE=/Desktop/to/ts.conf
```

```
export TSLIB_PLUGINDIR=/Desktop/to/lib/ts
```

Se todos os passos foram efetuados corretamente o *touch screen* deverá estar agora corretamente instalado. De modo a se verificar a instalação deve ser executado o seguinte comando:

```
ts_test
```

Com este processo concluído com sucesso é agora necessário proceder à instalação da interface gráfica.

4.1.5. INSTALAÇÃO DA INTERFACE GRÁFICA

Para a instalação da interface gráfica é necessário realizar os seguintes passos [18]:

Para sincronizar os servidores de modo a obter os pacotes mais recentes deve ser executado o comando abaixo:

```
aptitude update
```

Após a realização do passo anterior é necessário executar um novo de modo a atualizar todos os pacotes, sendo este:

```
aptitude upgrade
```

Para finalizar o processo é necessária a instalação do ambiente gráfico sendo este conseguido através de:

```
aptitude install xfce4 xfce4-goodies LightDM
```

Uma vez realizados todos os passos anteriores é agora necessário dar início ao ambiente de trabalho, executando o comando:

```
start x
```

Se todos os passos anteriores foram efetuados corretamente então o processador deve apresentar a imagem da figura 20.

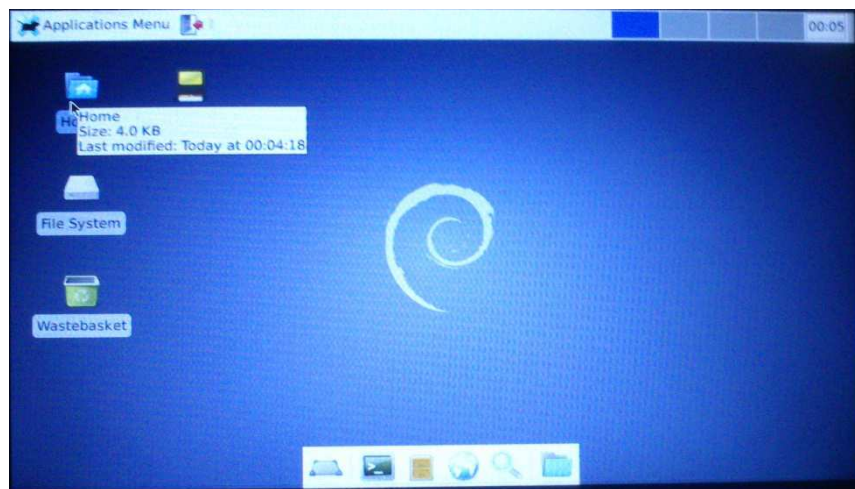


Figura 21 LCD com ambiente gráfico Linux

De modo a instalar o *browser* Web é necessário executar o seguinte comando:

```
aptitude install iceweasel
```

Após a conclusão deste processo, chegou-se à conclusão que existe ainda a necessidade de resolução de um outro problema, o *touch screen* já se encontra operacional para diversas aplicações, mas ainda não se encontra disponível para a sua utilização sob a interface gráfica. Isto deve-se à ausência de uma biblioteca que deve ser carregada e que na próxima sub-subsecção serão explicados os passos necessários para a resolução destes processos.

4.1.6. ***TOUCH SCREEN OPERACIONAL NA INTERFACE GRÁFICA***

Tal como foi referido anteriormente é necessária a obtenção de uma biblioteca, denominada “*xf86-input-tslib*”. Para isso deverão ser executados os seguintes comandos:

```
wget http://ftp.de.debian.org/debian/pool/main/x/xf86-input-tslib/xf86-input-tslib_0.0.6.orig.tar.gz
```

```
tar zxfv xf86-input-tslib_0.0.6.orig.tar.gz
```

Após a execução deste procedimento é agora necessário alterar o diretório atual para a pasta desta biblioteca. Para isso executa-se o seguinte comando:

```
cd xf86-input-tslib-0.0.6/
```

Agora é necessário executar mais dois:

```
patch -p1 < ../1-xf86tslib-sigfault.patch
```

```
patch -p1 < ../xf86-input-tslib-port-ABI-12-r48.patch
```

Por último tem que se compilar e executar este ficheiro, sendo necessários fazer:

```
./configure --prefix=/your/x11/lib/dir/
```

```
make
```

```
make install
```

Por último é necessário adicionar as seguintes linhas de código na configuração da interface gráfica:

```
Section "Input Device"
```

```
Identifier "Sun4iTouchScreen"
```

```
Option "Device" "/dev/input/event4"
```

```
Driver "tslib"
```

```
Option "ScreenNumber" "0"
```

```
Option "Rotate" "None"
```

```
Option "Width" "800"
```

```
Option "Height" "480"
```

```
Option "SendCoreEvents" "yes"
```

```
EndSection
```

Posto *istootouch screen* já se encontra operacional na interface gráfica, pelo que se pode dar por concluído este processo e avançar com a realização do projeto.

A ligação entre a placa de desenvolvimento Olinuxino e o LCD é efetuada através de um cabo IDC tal como pode ser observado na figura 21.



Figura 22 Olinuxino e respetivas ligações

4.2. COMUNICAÇÃO E INTERFACE GRÁFICA

Por forma a conseguir comunicações em tempo real entre as mesas e o computador principal serão utilizadas *web sockets*. No entanto, de modo a poder utilizar *web sockets* é necessário um servidor correspondente. De seguida serão apresentados estes aspetos com maior detalhe.

4.2.1. SERVIDOR DE WEB SOCKETS

O servidor será implementado utilizando o *nodejs* que será executado na máquina local, eliminando assim a necessidade de *hardware* adicional. Nas linhas abaixo será explanado o processo de instalação do *nodejs* na máquina local [19].

Inicialmente deve instalar-se o *nodejs* na máquina local, este pode ser obtido em <http://nodejs.org>. Neste caso, optou-se pela versão para Windows que ficou alocado na pasta

C:\Program Files \ nodejs

Posteriormente à instalação do *nodejs*, e como este não possui um suporte nativo para *Web Sockets* é necessária uma solução externa para a concretização deste objetivo. Existem diversas soluções disponíveis tendoneste projeto sido escolhido o projeto *Web Socket Node*. De forma a instalar o *Web Socket Node*, é necessário abrir a linha de comandos como administrador.

Inicialmente é necessário estar na pasta onde se encontra o *nodejs*, neste caso fazendo:

```
cd C:\Program Files\nodejs
```

De seguida, após estar no diretório onde se encontra o *nodejs*, é necessário executar o seguinte comando de modo a instalar o *Web Socket Node*:

```
npm install websocket
```

Uma vez que também será necessário o *mysql* de modo a conseguir a manipulação de valores na base de dados, irá optar-se pela instalação imediata do *mysql*. Tendo para tal sido executado o seguinte comando:

```
npm install mysql
```

Após a realização destes passos é agora necessária a criação de um ficheiro que será gravado na pasta do *nodejs*,oqual foi gravado com o nome “pos.js”o qual será responsável pela implementação do servidor. A criação deste ficheiro foi efetuada tendo por base o código disponibilizado em [20], tendo este posteriormente sido adaptado ao problema específico que se pretende resolver.Foi ainda necessário adicionar algumas funcionalidades que serão explicadas abaixo.

As portas a que as mesas e a administração se vão ligar foram definidas inicialmente, sendo que ficou estabelecido que as mesas se ligam através da porta 4444, e a administração à porta 5555:

```
var port_client = 4444;
```

```
var port_server = 5555
```

Posteriormente, definiu-se a variável global que será utilizada para as mesas enviarem dados para a administração, e a variável global que será utilizada para a administração enviar dados para as mesas, sendo estas respetivamente:

```
var connection_client;
```

```
var connection_server;
```

Posto isto, é necessário incluir a biblioteca de *mysql* sendo para tal utilizada a seguinte linha de código:

```
var mysql = require('mysql');
```

É ainda necessário definir a ligação ao servidor *mysql*, tendo sido realizadas as seguintes operações:

```
var SQLconnection = mysql.createConnection({  
  
  host : 'localhost',  
  
  user : 'root',  
  
  password : "",  
  
  database : 'pos'  
  
});
```

Após a execução destes passos, e de modo a iniciar o servidor é necessário escrever na linha de comandos o seguinte:

```
node pos.js
```

4.2.2. INTERFACE GRÁFICA DAS MESAS

Para a conceção de ambas as interfaces gráficas foi utilizada uma *framework* chamada *bootstrap*[21], que é utilizada para facilitar a criação de código em HTML.

A interface gráfica desenvolvida é a apresentada na figura 22, sendo que esta ilustrará diferentes funcionalidades, a saber:

- um ecrã com contadores, para que as pessoas que estão interessadas em consumir o líquido que está presente nas torneiras associadas a cada uma das mesas, possam ativar o seu contador e servirem-se autonomamente
- a opção de pedidos, em que as pessoas podem efetuar pedidos dos produtos frequentemente requisitados
- opção de chamar o funcionário.
- opção de pedir a conta

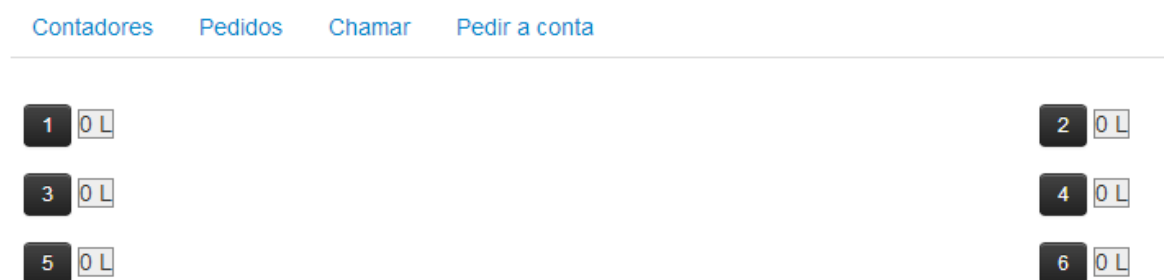


Figura 23 Interface Gráfica das Mesas

Por defeito, a interface apresenta os contadores, para que os clientes os possam ativar, e comecem a servir-se do líquido. Existem ainda mais três botões que quando selecionados levam o cliente a ter mais funcionalidades disponíveis.

Quando o cliente opta por clicar no botão, **Pedidos** ele tem à sua disposição os quatro produtos habitualmente mais consumidos pelos clientes do espaço (Figura 23). Se o produto que este pretende se encontra na lista, ele pode clicar no produto e aparecerá uma nova opção, que está apresentada na figura 24. Caso o produto que este pretende não se encontre na lista, este pode chamar um funcionário, funcionalidade que será explanada mais adiante.



Figura 24 Interface Gráfica de Pedidos

Após selecionar o produto pretendido o cliente pode escolher a quantidade que pretende numa barra de navegação, podendo escolher uma quantidade de 1 a 10. Após este escolher a quantidade deve escolher a opção **Pedir**. Caso este já não pretenda pedir o produto selecionado este pode optar pela opção **Fechar**. Ao clicar no botão **Pedir** é enviada uma mensagem para a administração que será explanada aquando da apresentação da interface gráfica da administração.

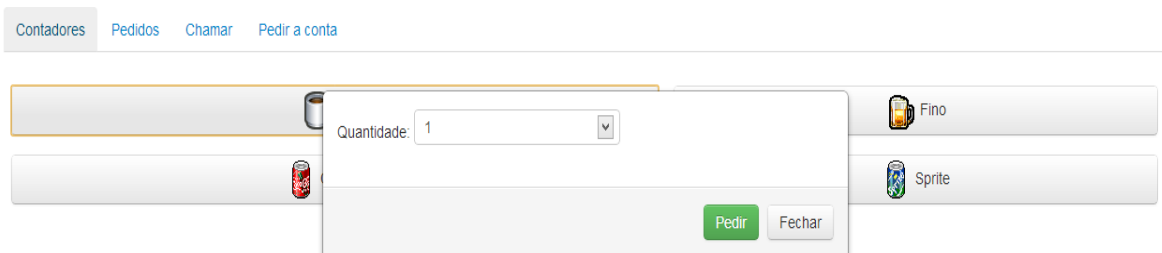


Figura 25 Seleção da quantidade desejada

Para além destas opções, o cliente tem disponível o botão **Chamar**, que ao ser selecionado envia uma mensagem para o computador da administração e deixa uma mensagem ao cliente, como apresentado na figura 25.

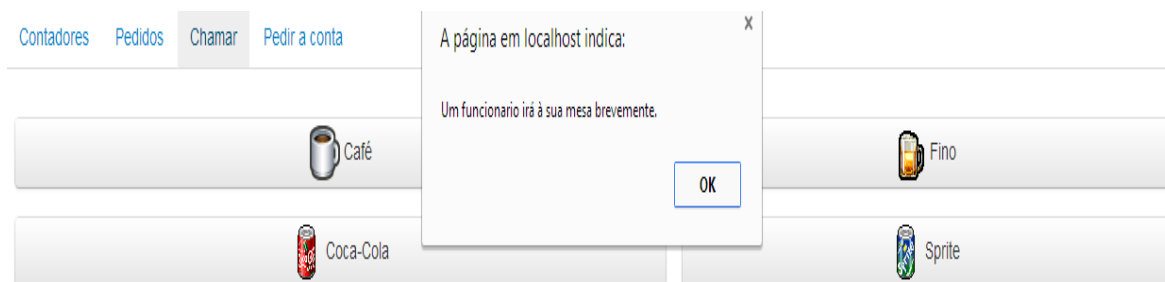


Figura 26 Chamada de funcionário pelo cliente

Por fim, o cliente tem disponível um botão que lhe permite solicitar a conta. Esta opção é um complemento do botão anterior, evitando deste modo que o empregado se desloque até à mesa, para que lhe seja solicitado o valor a pagar e de seguida tenha que retornar à mesa para a entregar.

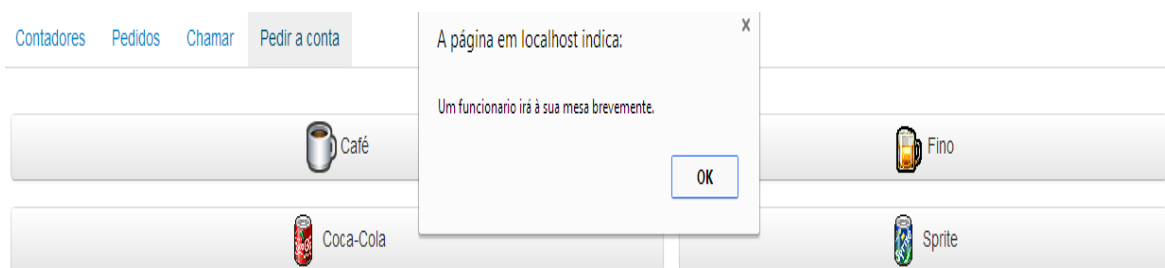


Figura 27 Pedido de conta pelo cliente

4.2.3. INTERFACE GRÁFICA DO ADMINISTRADOR

A interface gráfica do administrador apresenta dois botões no topo. Um deles possui uma barra de navegação de onde deve ser seleccionada a mesa que se pretende visualizar e o outro botão serve para limpar a mesa, quando todos os pedidos já foram respondidos. Existe ainda um menu que apresenta todos os pedidos pendentes à espera de serem atendidos.

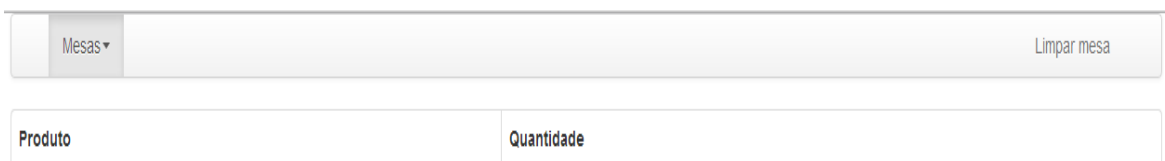


Figura 28 Interface gráfica do administrador

Quando um cliente emite um pedido, surge uma mensagem no ecrã da administração que traz a informação da mesa que fez o pedido, o produto que foi pedido e a quantidade desejada.

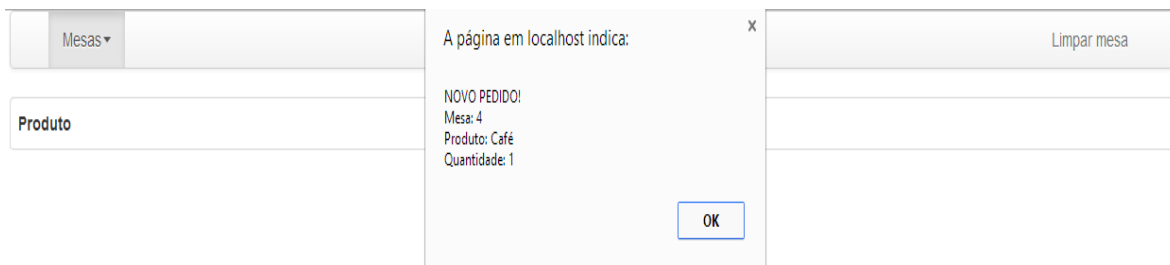


Figura 29 Novo Pedido

Após a receção dos pedidos, caso estes não sejam imediatamente atendidos, podem ser consultados posteriormente, seleccionando a mesa que se pretende servir, tal como mostra a figura abaixo.

Produto	Quantidade
Café	5
Café	1

A screenshot of a web application interface showing a table of pending orders. The table has two columns: "Produto" and "Quantidade". The data rows are: "Café" with quantity 5, and "Café" with quantity 1. The background interface includes a "Mesas" dropdown menu and a "Limpar mesa" button.

Figura 30 Consulta de pedidos pendentes

Após os pedidos serem atendidos os funcionários podem clicar no botão **Limpar Mesa**, limpando deste modo todos os produtos listados na lista de pedidos pendentes, tal como mostra a figura 27.

Quando um cliente chama um funcionário, na interface gráfica do administrador surge uma mensagem com a informação da mesa que efetuou a chamada, tal como mostra a figura 30.

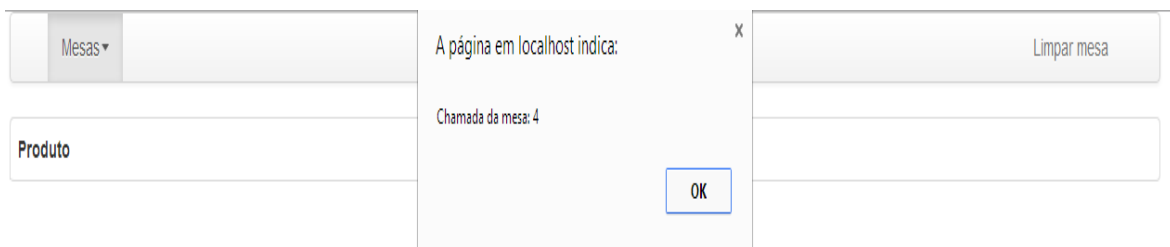


Figura 31 Chamada de funcionário na interface da administração

Por último quando um cliente solicita a conta, aparece no ecrã da administração uma mensagem que indica o número da mesa que solicitou esse pedido, tal como mostra a figura abaixo.

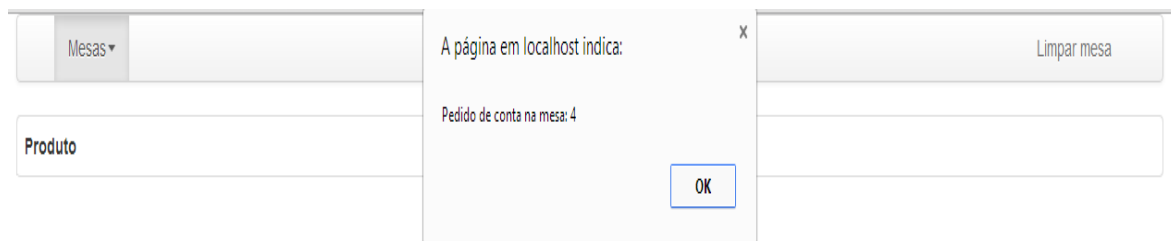


Figura 32 Pedido de conta na interface da administração

5. WEBSITE

No decorrer deste capítulo é apresentado o *website* desenvolvido. Para se inicializar o sistema foi necessário efetuar-se o levantamento dos requisitos funcionais e não funcionais e também os diagramas da linguagem UML (diagrama de USE CASE e diagrama de classes) a seguir apresentados. É aqui também referido o modelo Entidade-Relação que apresenta as relações das tabelas de base de dados utilizadas.

5.1. ANÁLISE DE REQUISITOS

A aplicação desenvolvida irá permitir uma maior versatilidade da gestão da informação do sistema a implementar, permitindo que sejam adicionados novos produtos, criados novos eventos e adicionados resultados aos utilizadores presentes na base de dados. Esta aplicação tem como alvo pessoas com diferentes níveis de formação, pelo que deve ser o mais intuitiva possível.

Requisitos funcionais:

- ✓ Deverá apresentar os produtos disponíveis no espaço;
- ✓ Permitir a visualização dos resultados atuais, apresentados sobre a forma de ranking;
- ✓ Conter alguma informação sobre os produtos;
- ✓ Acrescentar novos eventos e as suas características;
- ✓ Permitir ao administrador apagar, alterar e adicionar informações sobre os utilizadores.

- ✓ Permitir ao administrador adicionar novos produtos e as informações que lhes são inerentes;
- ✓ Adicionar novos espaços, respetivas informações e edição destas;

Requisitos não funcionais:

- ✓ Deverá funcionar em qualquer *browser* /sistema operativo;
- ✓ Ser o mais intuitivo possível;
- ✓ Deverá ser o mais económico possível;
- ✓ O *software* deverá apresentar um período de garantia / manutenção;
- ✓ O tempo de desenvolvimento não deverá ultrapassar 3 meses;

5.2. DIAGRAMA DE USE CASE

O diagrama de USE CASE permite definir as fronteiras e as ações que o ator poderá conter no projeto a elaborar. Na Figura 32 é apresentado o diagrama de USE CASE do projeto desenvolvido, onde se apresentam as tarefas associadas aos membros de cada grupo.

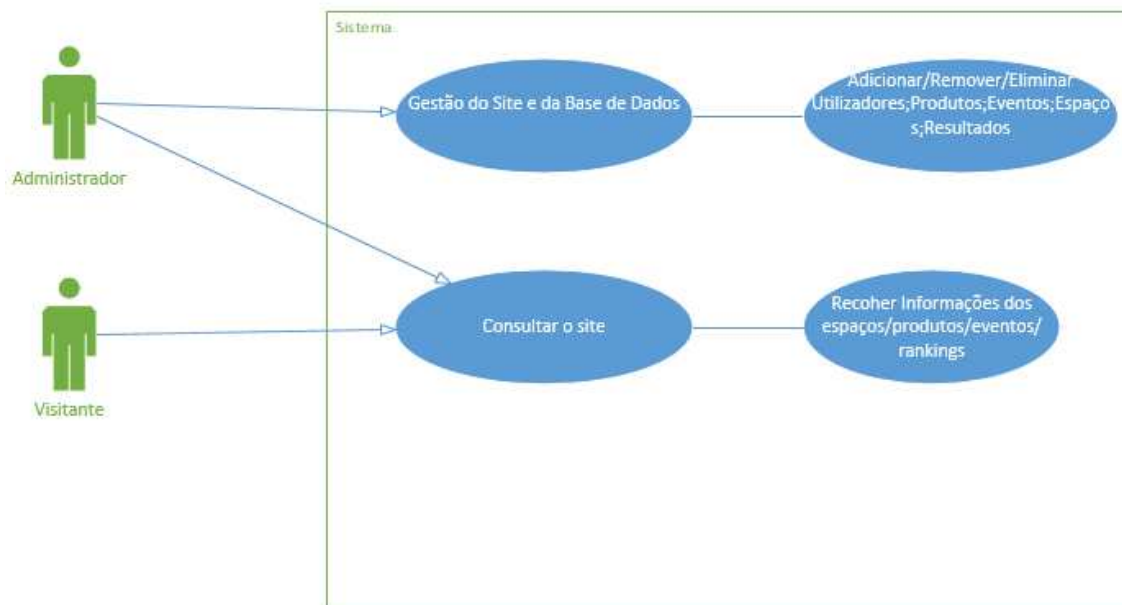


Figura 33 Diagrama de Use Cases do sistema

Neste projeto, existem dois atores principais: o Administrador e o Visitante. A cada um destes estão associadas diferentes funções, como ilustrado no diagrama de USE CASE.

A tabela 3 apresenta as tarefas associadas aos membros de cada grupo.

Tabela 3 Tarefas associadas a cada ator

Ator	Use Cases
Visitante	<ul style="list-style-type: none"> – Consultar os espaços disponíveis e as respectivas informações; – Consultar os produtos disponíveis e as suas informações; – Consultar a lista de eventos e os seus detalhes; – Consultar os rankings de cada espaço;
Administrador	<ul style="list-style-type: none"> – Consultar os espaços disponíveis e as respectivas informações; – Consultar os produtos disponíveis e as suas informações; – Consultar a lista de eventos e os seus detalhes; – Consultar os rankings de cada espaço; – Adicionar novos utilizadores; – Adicionar novos produtos; – Adicionar novos eventos – Adicionar novos resultados – Adicionar novos espaços – Gestão da base de dados e do <i>site</i>.

5.3. DIAGRAMA DE CLASSES

O diagrama de classes é o diagrama no qual são apresentadas as classes do projeto bem como os atributos destas classes e as suas possíveis operações.

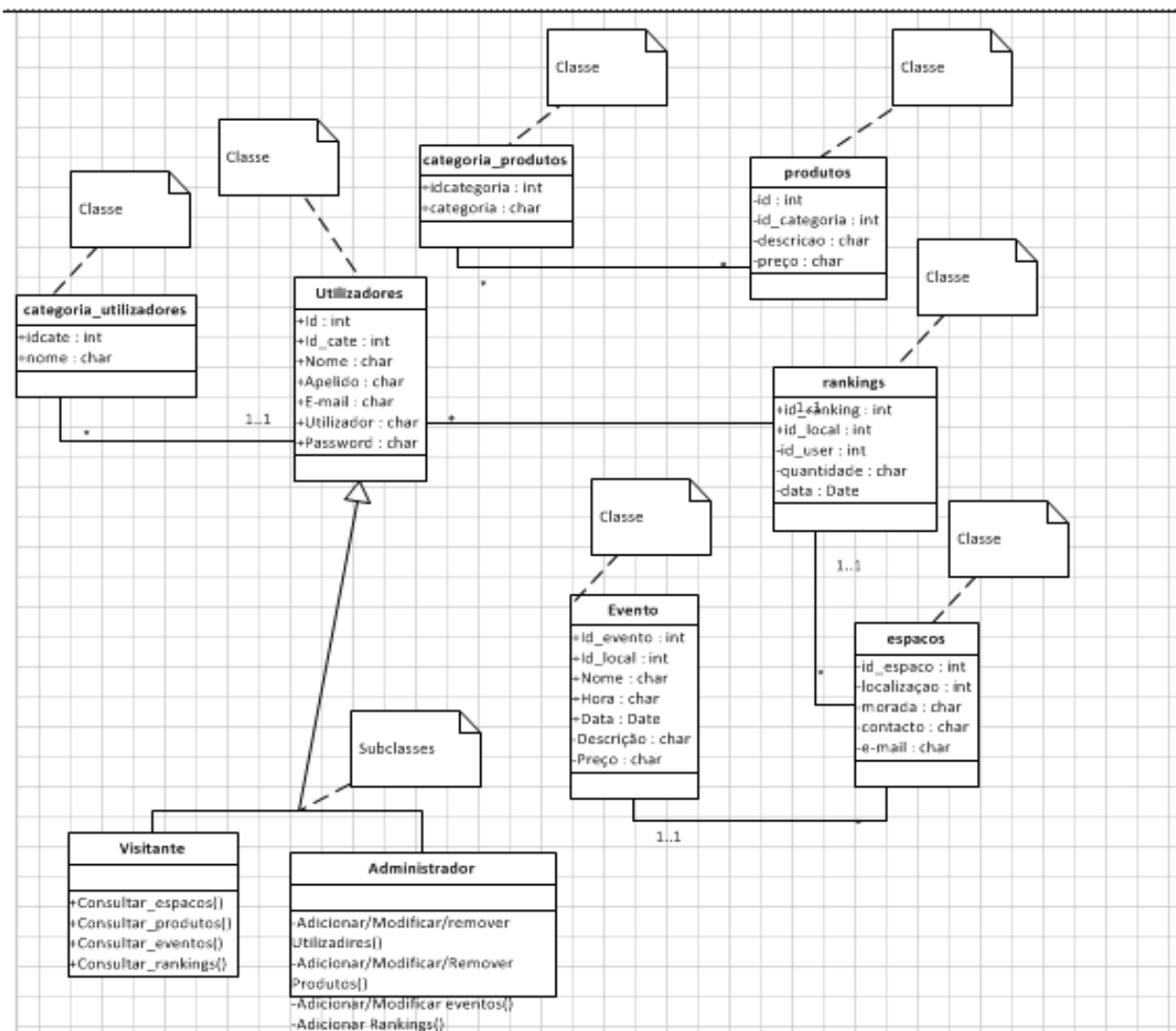


Figura 34 Diagrama de classes do sistema

No diagrama de classes apresentado na Figura 33, podemos identificar as duas subclasses Administrador e Visitante que são uma generalização da classe utilizador. É necessária uma diferenciação uma vez que estas apesar de utilizarem os mesmos atributos têm operações distintas.

5.4. MODELO ENTIDADE-RELAÇÃO

O modelo entidade relação é o modelo que permite identificar as relações entre as diferentes tabelas de uma base de dados.

Utilizando o *phpmyadmin* para elaboração do modelo entidade relação resulta o diagrama apresentado na figura 34.

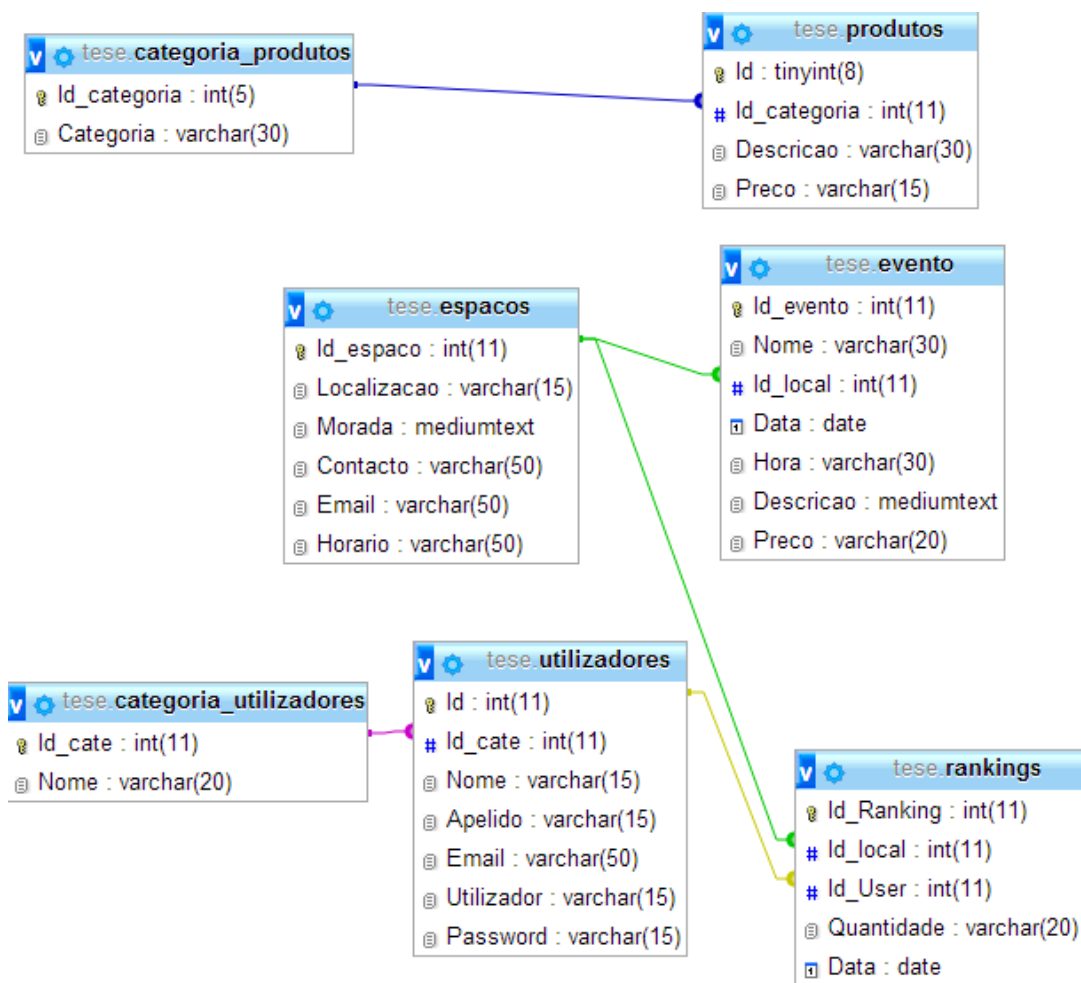


Figura 35 Modelo Entidade-Relação

5.5. IMPLEMENTAÇÃO

Nesta secção, pretende fazer-se uma apresentação detalhada do *website* desenvolvido, descrevendo todos os requisitos funcionais e não funcionais identificados anteriormente.

5.5.1. APRESENTAÇÃO DA PÁGINA WEB INICIAL

A página inicial do *website* desenvolvido pode ser consultada em <http://cervejariaisepiana.comuf.com>. A página inicial apresenta dois menus, onde podem ser seleccionadas diversas opções, tal como apresentado nas imagens abaixo. O menu lateral, corresponde ao menu do administrador e é neste que se encontram as opções a ele associadas.



Figura 36 Parte superior da página inicial

Na barra horizontal são apresentados diversos botões, tendo estes diversas opções associadas, tais como a consulta das informações dos espaços, os produtos disponíveis, os próximos eventos, os *rankings* de cada cidade e ainda um *link* que leva a uma página que apresenta algumas informações sobre o sistema implementado, e apela ao bom-senso e ao respeito, tentando deste modo transparecer aos visitantes que o que se espera é uma competição saudável, sendo que este espaço deve ser visto inicialmente como um espaço de lazer e apenas posteriormente como um espaço com alguma competição e não o inverso.

No menu lateral são apresentadas as diversas opções disponíveis para o administrador, onde este pode adicionar novos utilizadores, espaços, eventos, produtos e resultados. Nestes itens são apresentados os sub menus onde o administrador tem as diversas opções de gestão de cada uma destas áreas, sendo que estas serão explanadas mais adiante.

Na parte inferior da página é apresentada uma imagem rotativa que apresenta imagens dos diversos espaços e dos próximos eventos. No caso de uma destas imagens ser selecionada o utilizador será redirecionado para a página correspondente.



Figura 37 Imagem rotativa com os diferentes espaços e eventos

5.5.2. REGISTO DE UTILIZADORES

De modo a registar novos utilizadores, o administrador deve seleccionar **Utilizadores->Adicionar utilizadores**, sendo que após clicar neste área, este será reencaminhado para uma nova página, onde surgirá um conjunto de campos que este deve preencher, de modo a concluir o registo do novo utilizador na base de dados do sistema. O formulário a preencher é o apresentado na figura abaixo. O administrador deve seleccionar uma categoria para o novo utilizador, de entre as duas disponíveis (visitante ou administrador).

Figura 38 Campos para registo de um utilizador

Por fim, de modo a terminar o registo de um novo utilizador o administrador deve clicar no botão adicionar, sendo reencaminhado para uma nova página que apresenta os utilizadores registados no sistema, onde este pode verificar a inserção do novo utilizador.



Figura 39 Utilizador Registrado com sucesso

Esta página, pode ser acedida igualmente através de **Utilizadores->Ver Utilizadores**. Aqui, é possível clicar no Id do utilizador, de modo a observar mais detalhes.

Para além destas duas opções, o administrador tem ainda mais duas à sua escolha, que estão relacionadas com os utilizadores, podendo este alterar as suas informações ou elimina-los da base de dados do sistema.

Quando o administrador opta, ou tem a necessidade de alterar dados relativamente a um determinado utilizador, este poderá através de **Utilizadores->Alterar Utilizadores**, ver uma lista de utilizadores disponíveis na base de dados, e à frente destes a opção de seleccionar a opção de modificar os seus dados, tal como apresentado na figura abaixo.



Figura 40 Alterar Utilizadores

Após seleccionar o utilizador que pretende alterar o administrador será redirecionado para uma nova página onde pode alterar qualquer informação referente a esse utilizador, tal como ilustrado na figura abaixo.



Figura 41 Alterar dados do utilizador

De modo a eliminar utilizadores da base de dados, o administrador deve seleccionar a opção, **Utilizadores -> Eliminar Utilizadores**, onde será apresentada uma página com os utilizadores disponíveis na base de dados e a opção de eliminar(junto a cada um destes). Uma vez clicado no botão eliminar o utilizador desaparecerá imediatamente da base de dados.



Figura 42 Eliminar Utilizador

5.5.3. PRODUTOS

Esta funcionalidade do sistema deve permitir ao administrador adicionar, modificar e/ou eliminar produtos ao sistema. Esta é uma componente bastante importante, uma vez que servirá também de auxílio à criação da interface gráfica. Estes produtos deverão ser divididos em categorias de modo a facilitar a sua procura.

Para adicionar um novo produto ao sistema, o utilizador deve clicar em **Produtos->Adicionar Produtos**, onde será apresentado um formulário que deve ser preenchido para que seja adicionado à base de dados. Dentro das categorias disponíveis o administrador deve seleccionar em que categoria o produto se enquadra.



Figura 43 Adicionar Produto

Após adicionar o produto com sucesso, será apresentada na página uma mensagem a confirmar a inclusão do mesmo, eum *link* que leva de novo à pagina de adicionar produto, tal como mostra a figura abaixo.



Figura 44 Produto adicionado com sucesso

Caso existam alterações no preço do produto, ou mesmo na descrição, ou caso o administrador tenha selecionado erroneamente a categoria a que o produto pertence, este

pode através da página **Produtos->Modificar Produto**, seleccionar o produto que pretende alterar de entre a lista apresentada.



Figura 45 Modificar Produto

Após seleccionar o produto que pretende alterar, o administrador será enviado para uma nova página, onde será apresentado um formulário onde este deverá alterar os campos que achar necessário.



Figura 46 Formulário de alteração de produto

Por último, o administrador tem ainda, tal como nos utilizadores, a opção de eliminar permanentemente um produto da base de dados, através do link **Produtos->Eliminar Produto**, onde tal como nos utilizadores é apresentada uma página que lista os produtos, de onde este pode escolher os que pretende eliminar.

5.6. EVENTOS

Nesta área o administrador pode adicionar um novo evento ao sistema, sendo que para isto ele deve seleccionar **Eventos->Criar Evento**. Neste menu ele deve preencher o formulário apresentado na figura abaixo.

The image shows a web interface for a brewery named 'Cervejaria Isepiana'. At the top, there are two beer glass logos with faces. Below them is a navigation menu with tabs: 'INICIO', 'ESPAÇOS', 'PRODUTOS', 'EVENTOS', 'RANKINGS', and 'SOBRE NOS'. The 'EVENTOS' tab is selected, displaying a form to create a new event. The form includes fields for 'Nome:', 'Espaço:' (with a dropdown menu), 'Data:', 'Hora:', 'Descrição:', and 'Preço:'. An 'Adicionar' button is located at the bottom of the form. To the left of the form is a sidebar menu with options: 'Utilizadores', 'Produtos', 'Eventos', 'Rankings', and 'Espaços'. To the right of the form is a promotional graphic for a beer competition with three glasses labeled '3,7L', '5L', and '2,5L', and the text 'Estabelece um novo recorde nacional'.

Figura 47 Criar novo evento

De modo a criar um novo evento, o administrador deve escolher um nome para este evento, seleccionar o espaço onde o evento se realizará, definir a data e a hora, a sua descrição e por último o preço que cada participante deve pagar de modo a aceder ao evento.

Caso o administrador assim o entenda, este pode alterar as características do evento, através de **Eventos->Gerir Eventos**, sendo que nesta página serão listados todos os eventos a decorrer onde deve ser escolhido qual o evento que pretende alterar, tal como apresentado na figura abaixo.



Figura 48 Gerir Evento

Após selecionar de entre a lista apresentada, qual o evento a alterar, o utilizador deve escolher as opções que pretende alterar dentro das disponíveis no formulário abaixo, após a qual deve selecionar a opção alterar, a qual permite guardar as alterações.



Figura 49 Formulário para alteração de características de um evento

5.7. RANKINGS

Nesta secção é possível ao administrador adicionar resultados obtidos no seu espaço por um utilizador, através do preenchimento do formulário apresentado na figura abaixo.

The image shows a web interface for 'Cervejaria Isepiana'. At the top, there are two circular logos of a smiling beer glass. Below them is a navigation menu with tabs: INICIO, ESPAÇOS, PRODUTOS, EVENTOS, RANKINGS, and SOBRE NOS. The 'RANKINGS' tab is active. On the left, there is a sidebar menu with options: Utilizadores, Produtos, Eventos, Rankings, and Espaços. The main content area contains a form with the following fields: 'Id_local' (a dropdown menu currently showing 'Porto'), 'Id_User' (a text input field), 'Quantidade' (a text input field), and 'Data' (a date input field with the placeholder 'aaaa-mm-dd'). Below the 'Data' field is an 'Inserir' button. To the right of the form, there is a graphic showing three beer glasses on a podium with a '5L' challenge and a '2' on the first place. Below this graphic is the text 'Estabelece um novo recorde nacional'. On the left side of the form, there is a small graphic showing a ranking table with 10 positions and volume amounts (e.g., 0.5L, 1.2L, etc.). Below this is the text 'Vence os teus amigos'.

Figura 50 Adicionar resultados

Neste formulário o administrador deve seleccionar o local onde o resultado foi estabelecido, inserir o Id do utilizador, a quantidade que este consumiu e a data em que alcançou este resultado. Sendo que apenas os dez primeiros de cada espaço serão apresentados no Ranking disponível na zona de visitante.

5.8. ESPAÇOS

O administrador tem a opção de adicionar um novo espaço ao sistema, caso seja aceite na rede de espaços associados. Para tal, este deve seleccionar a opção, **Espaços->Adicionar Espaço**, sendo que após clicar nesta área surgirá um formulário que deverá ser preenchido de modo a adicionar o novo espaço à base de dados.



Figura 51 Adicionar Espaço

De modo a alterar algumas das informações respeitantes ao espaço, o administrador pode através da opção **Espaços->Gerir Espaço**, seleccionar o espaço que pretende alterar, e posteriormente, alterar os campos que forem necessários, tal como apresentado na figura abaixo.



Figura 52 Alterar Espaço

5.9. ÁREA DO VISITANTE

Na área do visitante será apresentado apenas o menu horizontal, sendo que será ocultado o menu lateral (menu administrador), no entanto como já vimos, esta área será também apresentada na área do administrador.

A área de visitante é constituída por diversos botões, sendo que estes permitem ao utilizador voltar ao início, visualizar os espaços disponíveis, os produtos, os eventos, os rankings e a opção *sobre nós* que vai ser explicada posteriormente.

ESPAÇOS

Ao clicar no botão espaços, o utilizador será reencaminhado para uma nova página onde serão apresentados os espaços disponíveis.



Figura 53 Espaços disponíveis

Nesta página o utilizador pode seleccionar a imagem pertencente ao espaço, do qual pretende recolher informações. Ao escolher uma imagem, no exemplo vamos clicar sobre a imagem Porto, irá ser apresentada uma tabela com as informações mais importantes associadas ao espaço, tal como apresentado na figura abaixo.



Figura 54 Informações do espaço

PRODUTOS

Se o utilizador seleccionar o botão produtos, este será reencaminhado para uma nova página, onde deverá seleccionar a categoria a que o produto pertence nomeadamente, bebidas, snacks ou refeições, tal como apresentado na figura abaixo.



Figura 55 Produtos

Após seleccionar uma categoria, por exemplo bebidas, serão apresentados todos os produtos pertencentes a essa categoria.



Figura 56 Exemplo de lista de produtos (bebidas)

EVENTOS

Ao seleccionar o botão eventos, serão apresentados os eventos que se irão realizar num futuro próximo, de onde o utilizador pode seleccionar o evento que mais lhe agrada e recolher informações que lhe são inerentes.



Figura 57 Lista de eventos

Se o utilizador clicar por exemplo sobre a imagem do *Beer Pong*, será apresentada uma tabela com as informações do evento, tal como mostra a figura abaixo.



Figura 58 Detalhes do evento

RANKINGS

Nesta área o utilizador, pode consultar os rankings de cada cidade. Sendo que inicialmente este é remetido para uma página que apresenta os diferentes espaços, tal como mostra a figura abaixo.



Figura 59 Escolha do Ranking a consultar

Após o utilizador seleccionar o ranking a consultar, no exemplo o ranking do Porto, serão então apresentados os 10 melhores registos do espaço em questão.



Figura 60 Ranking selecionado

SOBRE NÓS

Por último existe um botão que leva o utilizador até uma página que fala um pouco sobre o nosso sistema. Propositadamente este botão tem um contraste diferente de modo a captar a atenção do utilizador, para que este leia o nosso apelo, e se inteire do verdadeiro objetivo do espaço.



Figura 61 Sobre nós

6. PLANO DE NEGÓCIOS

6.1. INTRODUÇÃO

A realização deste capítulo tem como finalidade apresentar um plano de negócios desenvolvido para uma ideia de negócio, cuja viabilidade, condicionantes e características envolventes se pretendem avaliar.

Um plano de negócios é cada vez mais importante para as empresas, tendo em conta que ao se reunirem a avaliação da situação externa e interna da empresa e ao se projetarem planos estratégicos, estarão também a preparar-se para tomadas de decisão futuras em relação às mudanças da envolvente da empresa e ao próprio mercado em que se operam.

Neste sentido, o plano pretende descrever as características de mercado, clientes, concorrência, assim como as respetivas estratégias, e surge como uma ferramenta que serve de suporte à implementação da ideia. Este plano deve ser um documento vivo, atualizado periodicamente, de forma a basear as decisões estratégicas nas evidências que o plano permite verificar.

Existindo vários modelos de desenvolvimento de um plano de negócios. Aqui optou-se por seguir uma estrutura e os conceitos subjacentes, baseada no modelo apresentado pelo Portal dos Incentivos em [22].

6.2. SUMÁRIO EXECUTIVO

A maioria dos atuais espaços de lazer, nomeadamente cafés e bares, são bastante similares nas áreas de operação, sendo que o único fator de diferenciação é o aspeto físico destes. No entanto, com o desenrolar da crise e a consequente diminuição do poder de compra, apenas os que satisfaçam melhor as necessidades do público em geral têm tendência a prevalecer, sendo que atualmente os espaços que apresentem inovações, principalmente tecnológicas tendem a superar a concorrência. Cada vez é mais importante o ambiente do espaço, a qualidade e a rapidez do atendimento, a presença de uma área de não fumadores, bem como música ambiente e as oportunidades de descontração na companhia dos amigos.

Neste sentido, o negócio que se apresenta pretende reunir um conjunto de requisitos que foram manifestados por potenciais clientes da zona do Polo Universitário da Asprela, e que se verifica não serem oferecidos pela concorrência. Este negócio pretende diferenciar-se pela oferta de um sistema inovador que permita aos clientes servirem-se a si mesmos, sem necessitarem de aguardar para realizar um simples pedido, sendo também um sistema de competição saudável com os amigos e posteriormente com outros grupos de amigos presentes no espaço, permitindo além disso, a realização de eventos, aproveitando a tecnologia implementada.

O promotor, conhecendo bem a zona inerente e os concorrentes do espaço, pretende potenciar as vantagens do sistema e ao mesmo tempo conseguir estabelecer boas relações com os fornecedores e os clientes do espaço, de modo a que este se torne um ponto de referência na hora de conviver com os amigos, ou apenas sair para espairecer um pouco. Para além disso, pretende-se a realização de eventos mensais que ajudarão a captar a atenção para o espaço e uma maior divulgação deste entre o público-alvo.

Tendo em conta que se recorrerá ao aluguer de um espaço, e como tal serão baixas as proporções de investimento total necessário, optou-se por recorrer à banca para financiar apenas 40% dos cerca de trinta mil euros necessários, garantindo uma boa gestão de tesouraria e uma estrutura financeira saudável sem demasiados encargos financeiros.

O plano visa aproximar dados recolhidos e as estratégias mais relevantes para a implementação, organização, comercialização e prestação de serviços da empresa, para o espaço dedicado ao convívio e à competição saudável com os amigos e outros clientes do espaço.

6.3. O CONCEITO DO NEGÓCIO

6.3.1. ENQUADRAMENTO DA EMPRESA

A ideia de negócio surge de uma oportunidade vislumbrada pelo promotor de uma área que poderá ser explorada. Esta foi percebida aquando da realização de um intercâmbio de Erasmus na República Checa onde existe um espaço similar ao que se pretende implementar em Portugal.

A localização do espaço ao qual concerne o negócio é na zona do Hospital de São João, no Porto, onde se pretende aproveitar o facto de existir um grande número de estudantes universitários que aí reside.

VISÃO

A empresa visa ser um centro de referência no âmbito dos espaços de lazer da zona onde se pretende implementar, captando deste modo a atenção dos clientes. Procura o crescimento gradual ao nível da abertura de novos espaços, através do reinvestimento dos resultados positivos, criando novas oportunidades de trabalho e apoiando o desenvolvimento da comunidade.

MISSÃO

A missão desta empresa é servir o cliente, promovendo a sua satisfação e fidelização, com ênfase na qualidade, na promoção do seu bem-estar, proporcionando-lhe os momentos de lazer que se procuram em espaços de convívio. Pretende-se fomentar no cliente o gosto pelo sistema implementado e pela sua participação nos eventos a realizar esporadicamente, para que este espaço seja socialmente apreciado pela competição saudável que proporciona.

VALORES

A empresa segue assim com um conjunto de valores que passam pela confiança nas pessoas, a sua capacidade e o seu desejo de evoluir, melhora contínuo seu desempenho, a credibilidade para com os clientes e fornecedores e ainda na excelência organizacional, procurando corresponder com rigor às expectativas das partes interessadas, com profissionalismo e transparência.

6.3.2. O PROMOTOR

O promotor é um aluno finalista do Mestrado de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores. Este tem o *know-how* inerente à tecnologia que se visa implementar, e conhecimentos pessoais de eventuais clientes do espaço que se pretende abrir.

Este pode ainda contar com a ajuda de alguns familiares que têm espaços na área de restauração e como tal, relacionamentos mais próximos com os potenciais fornecedores do espaço.

6.3.3. OPORTUNIDADE DE NEGÓCIO

A ideia surge da necessidade verificada pelo promotor, através dos relacionamentos que possui com diversos clientes dos espaços da concorrência, que ao ouvirem falar da ideia que se pretende implementar, consideraram de imediato ser uma clara mais-valia face aos restantes espaços. É natural que durante os tempos universitários exista sempre aquele “mito” de qual o amigo que bebe mais dentro de um grupo, sendo que este sistema poderá permitir contabilizar os consumos efetuados por cada um deles, ficando estes registados para futura consulta, tudo isto enquadrado num espaço de convívio que proporcione momentos de conforto e lazer. Assim, foi identificada uma lacuna na região, surgindo a ideia, que pretende auxiliar o lançamento de uma nova empresa. O objetivo passa por aproveitar as condições, competências e conhecimentos do promotor para criar um negócio de valor.

Neste sentido, a ideia de negócio consiste na abertura de um espaço físico de convívio que terá implementado um sistema de *auto-pull* que permitirá aos clientes servirem-se autonomamente, para além de possuir um ecrã que permitirá ao cliente efetuar pedidos e ainda chamar o funcionário. Este espaço servirá ainda para a realização de competições esporádicas que façam proveito da tecnologia implementada.

6.4. ANÁLISE DE MERCADO

6.4.1. CARACTERIZAÇÃO DO MERCADO E DOS CLIENTES-ALVO

O negócio enquadra-se no mercado dos serviços, com uma forte orientação para a área do comércio, contando ainda com uma componente de lazer/competição. A atividade principal considera-se aquela que leva os clientes a frequentarem o espaço que se pretende abrir, ou seja, a possibilidade de estar num espaço inteligente que permita aos clientes servirem-se autonomamente e ainda, efetuar os próprios pedidos sem necessitarem de aguardar os longos tempos de espera associados a estes espaços. Como atividade secundária, mas também importante, será a de realização de eventos, aproveitando a tecnologia implementada, que trará igualmente novos clientes ao espaço.

O cliente-alvo pode ser qualquer cidadão comum que resida numa distância aceitável da localização da empresa. Assumiu-se que os clientes-alvo, assim como a concorrência, residem num raio de 10 Km do espaço comercial.

O tipo de clientes caracteriza-se por consumidores particulares, de vários extratos sociais, com idades a partir dos 18 anos, podendo estes serem consumidores regulares ou esporádicos. No entanto, o foco da empresa passará por tentar captar a atenção dos estudantes universitários residentes na área circundante ao espaço, e que estejam interessados em momentos de lazer e competição saudável com os seus amigos e/ou desconhecidos.

O processo de tomada de decisão é efetuado maioritariamente pelo consumidor ou pelos seus amigos mais próximos, pelo que se deverá ter o cuidado de verificar se as suas necessidades são satisfeitas. Por se tratar de um espaço de convívio, onde muitos dos clientes vão com as respetivas namoradas e amigas serão tomadas medidas de modo a captar a atenção destas, sendo que a empresa pretende implementar um sistema de *jukebox*, e a realização de eventos dedicados a pessoas de ambos os sexos.

Os principais fatores que os clientes procuram quando decidem frequentar um estabelecimento, e que correspondem às necessidades básicas a serem satisfeitas são:

- Conforto e qualidade das instalações;

- Bom serviço de atendimento;
- Possibilidade de fumar;
- Ambiente do espaço;
- Possibilidade de competir com os amigos;

6.4.2. **DIMENSÃO DO MERCADO**

A dimensão do mercado que pode ser enquadrado nos serviços prestados pela empresa é de difícil estimação, por não existirem dados em relação à comercialização deste tipo de serviços na zona considerada. Sendo o objetivo da estimação da dimensão do mercado o de obter um valor aproximado de previsão de vendas, apresenta-se doravante um raciocínio alternativo para o efeito, que permite a dedução da faturação média mensal que se prevê realizar com este projeto.

6.4.3. **ANÁLISE DAS TENDÊNCIAS E O MEIO ENVOLVENTE (ANÁLISE PEST)**

FATORES ECONÓMICOS

A partir de dados recentes verifica-se que as pessoas estão mais pessimistas em relação à economia e que os gastos com atividades de lazer devem decrescer significativamente nos próximos anos. Os consumidores estão mais sensíveis a preços e, por isso, exigem uma maior valorização do seu dinheiro.

Em Portugal, existe uma tendência para a diminuição do poder de compra, que resulta no aumento do desemprego, e que se traduz numa diminuição do consumo, sendo que não se preveem grandes melhorias a este nível nos próximos tempos.

A situação económica financeira faz com que o acesso ao crédito seja mais limitado, pelo que poderão advir dificuldades no caso da necessidade de créditos bancários, para a criação da empresa e abertura do espaço.

FATORES SOCIOCULTURAIS

Em Portugal existe o hábito de após as refeições se tomar café em espaços de convívio, que é um fator positivo para o espaço que se pretende criar, visto este estar localizado numa zona residencial. Por outro lado, verifica-se uma alteração do estilo de vida das pessoas, como o aumento do consumo de café dentro de casa, evitando saídas que impliquem gastos extra.

Noutra perspetiva, a vizinhança poderá ter um aspeto negativo, que é o caso do barulho excessivo no exterior do espaço comercial durante a noite, podendo os vizinhos mais próximos participarem às autoridades competentes, passando este a ser um entrave à promoção do espaço.

FATORES POLITICO-LEGAIS

Os fatores políticos e/ou legais a considerar estão relacionados com o necessário licenciamento de restauração e bebidas, a ser aprovado pela câmara municipal mediante a apresentação do projeto arquitetónico, que será pré-concebido por especialistas antes da sua submissão.

Uma interpretação por parte das entidades reguladoras, de que o sistema incentiva o consumo excessivo pode ter uma influência negativa no projeto, uma vez que pode dificultar o seu licenciamento.

FATORES TECNOLÓGICOS

Ao nível dos sistemas implementados nas mesas, o surgimento de microcomputadores cada vez melhores, proporcionará uma possível melhoria constante do sistema e das ofertas deste aos consumidores, o que poderá ter um impacto bastante positivo. Este fator é de importância capital, pois as preferências dos clientes podem variar muito rapidamente, pelo que se requer uma postura pró-ativa em relação às preferências e às necessidades dos clientes.

6.4.4. FORNECEDORES

Em relação aos fornecedores, é possível identificar duas áreas distintas, sendo estas os fornecedores de produtos alimentares e de higiene, e os fornecedores do material eletrónico.

Relativamente aos primeiros a quantidade de oferta é bastante alargada, pelo que a força destes fornecedores é diminuta, existindo várias possibilidades idênticas de abastecimento do serviço de bar/cafetaria, desde fornecedores de grandes e médias dimensões, com grau de inovação tecnológica semelhante, sendo que a maioria são devidamente certificados. Devido a estes fatores, existem fornecedores que satisfazem as necessidades da empresa relativamente perto das instalações a serem criadas. Destacam-se como possíveis fornecedores neste ramo o ATL, em Valongo, para toda a parte alimentar, a Gondocer, em Gondomar para as bebidas e a Higienova, em Gandra - Valongo para os produtos de higiene, sendo que a cerveja a distribuir deverá ser comprada diretamente à Unicer.

Em relação aos fornecedores do material eletrónico, uma vez que o material implementado deverá ser desenvolvido na sua grande maioria pelo promotor do projeto, este deve ser adquirido aquando da montagem do espaço, sendo que o promotor deverá ser o responsável pela manutenção deste material, bem como pela aquisição do novo, sempre que se verifique necessário. No entanto, de modo a evitar longas paragens por avaria, a empresa deve possuir algum material em *stock*.

Não se preveem nos próximos tempos grandes alterações a nível dos preços dos produtos.

6.4.5. CADEIA DE VALOR

Um negócio desta natureza comporta um conjunto de atividades com relações de importância diferenciadas. Segundo as características da cadeia generalista definida por Porter [23], as atividades primárias são as de maior importância, pois são as que estão relacionadas com a criação ou transformação dos produtos e serviços e influenciam a opinião e o processo de tomada de decisão do cliente em relação ao estabelecimento, e devem portanto ser merecedores de maior atenção, rigor, profissionalismo e eficiência na sua realização. Num negócio desta natureza, a maioria das atividades são primárias, pois são realizadas na presença de clientes e percecionadas e avaliadas intrinsecamente por estes. Decidiu-se sintetizar a distinção, de acordo com a tabela 4, não necessariamente pela ordem com que estão referidas.

Tabela 4 Cadeia de valor segundo Porter [23]

Actividades Primárias	Actividades de suporte
Limpeza e higiene	Tarefas administrativas
Atendimento e serviço de venda	Abastecimento de mercadoria
Organização de eventos	
Decoração	
Assistência	
Armazenamento de produtos	
Aquisição dos produtos (qualidade)	
Preparação dos produtos	

6.4.6. PARCERIAS

A empresa pretende estabelecer uma parceria com a Unicer, de modo a que esta forneça diretamente o espaço, conseguindo deste modo mais-valias face aos demais espaços. Para a Unicer será também benéfico uma vez que este espaço, localizado na zona que se pretende implementar, prevê um grande consumo de cerveja, pelo que será do interesse da Unicer o sucesso deste espaço e de outros similares que possam surgir.

Para além disso, pretende-se estabelecer uma parceria com a empresa Radical Dreams Lda, que colocará um jogo de setas e uma consola de jogos à exploração e que será o responsável pela manutenção destes. O acordo bilateral atesta que cada uma das empresas ficará com 50% da receita de cada um dos jogos.

6.4.7. FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO

Este tipo de espaços, para ser bem-sucedido, deve verificar um conjunto de fatores-chave que influenciam intensivamente a tomada de decisão dos clientes.

No que concerne às condições estruturais e ambientais, o local deve apresentar-se sempre limpo, com condições de arrefecimento e aquecimento apropriados, para além da possibilidade de se estar tanto no interior como no exterior. Devido à restrição legal do consumo de tabaco, a existência de um local adequado e dentro das condições legais para esse fim, demonstra ser de grande valor na perspetiva de muitos clientes. A diversidade de produtos ao nível do serviço de snack-bar, que procure satisfazer as necessidades dos

clientes, principalmente ao nível de bebidas, refeições rápidas e outros produtos, será outra mais-valia.

A qualidade do atendimento prestado é outro fator importante. A forma de interagir e comunicar com o cliente por parte dos funcionários, tem influência direta na opinião do cliente sobre o estabelecimento.

O preço tem também uma influência relevante, devendo ser ajustados a clientes de todos os estratos sociais. Um preço demasiado elevado, seja nos jogos ou no serviço de snack-bar, pode levar os clientes a procurarem outros espaços mais acessíveis.

6.5. ANÁLISE DA CONCORRÊNCIA

6.5.1. IDENTIFICAÇÃO DO TIPO DE CONCORRÊNCIA

Os principais concorrentes são os que oferecem serviços similares aqueles que são considerados as atividades primordiais do negócio, nomeadamente aqueles que levam os clientes a optarem por frequentar o nosso espaço. Assim, os concorrentes considerados são os bares que estejam na área territorial referida.

6.5.2. CARATERIZAÇÃO DOS PRINCIPAIS CONCORRENTES

Os espaços identificados que são os que possuem mais clientes na zona circundante e oferecem as melhores condições a nível de espaço podem ser consultados na Tabela 5.

Analisando a tabela 5 verificam-se que existem lacunas na rapidez do atendimento, nas condições das instalações no seu todo, e na ausência de eventos. Estes espaços parecem ainda ter mais um problema, que se prende com o facto de não se tentarem diferenciar uns dos outros, nem tentarem acompanhar as necessidades crescentes de satisfação dos clientes.

Tabela 5 Principais Concorrentes

Concorrente	Característica					
	Localização	Condições do espaço e das Instalações (1 a 5)	Rapidez do Atendimento (1 a 5)	Grau de Inovação (1 a 5)	Sala de Fumadores	Eventos
Enjoy-It	Hospital São João	3	2	1		
Pousada das Almas	Hospital São João	4	3	3		
Lusco-Fusco	Polo Universitário	3	3	1	X	
Já Lá Foste	Junto à Feup	3	3	1		
Cervejaria Isepiana	Hospital São João	4	5	4	X	X

6.6. ANÁLISE INTERNA

No seguimento da análise do que é oferecido pela concorrência, existem condições para, de modo comparativo, deduzir os pontos fortes e fracos da nossa empresa em relação a estes concorrentes.

6.6.1. PONTOS FORTES

- **Localização** – Por se encontrar na zona mais frequentada pelos estudantes universitários nas suas saídas noturnas para conviver.
- **Condições e infraestruturas** – Sistemas de aquecimento, arrefecimento, esplanada, espaço de fumadores, tudo isto em infraestruturas recém-construídas, proporcionando um maior conforto que o oferecido pela maioria da concorrência.
- **Competição**–O facto de o sistema permitir a contabilização do consumo dos diversos clientes, permitindo deste modo uma competição saudável entre amigos.

- **Rapidez do Atendimento-** Uma vez que possui um sistema que permitirá aos clientes efetuar os pedidos diretamente, levará a uma maior celeridade nos processos.
- **Possibilidade de self-service** – O sistema implementado permitirá aos clientes servirem-se automaticamente após o primeiro pedido, sem necessitarem de estar constantemente a aguardar a disponibilidade dos funcionários.

6.6.2. PONTOS FRACOS

- **Novidade/Clientes** –O facto de ser um espaço novo e recém-aberto constitui uma dificuldade em relação aos clientes mais conservadores, e que se encontram com um grau considerável de fidelização para com as casas que frequentam atualmente. A maioria da concorrência possui clientes habituais e socialmente relacionados entre si, pelo que a possível migração destes clientes, assim como a formação de um grupo de clientes frequentes constitui uma fraqueza evidente.
- **Recrutamento** – A concorrência tem a vantagem de possuir os graus de confiança e de competência dos seus colaboradores/funcionários. Uma fraqueza deste negócio, pelo menos no momento inicial, é a insegurança em relação à competência, capacidade e seriedade dos funcionários que serão contratados no momento inicial.

6.7. ANÁLISE SWOT

A análise SWOT apresentada pretende utilizar a informação recolhida na análise externa e interna, identificar possíveis ameaças e oportunidades relacionadas com o mercado e em geral a envolvente externa, de forma a gerar informação útil à definição da estratégia e posicionamento de mercado.

6.7.1. OPORTUNIDADES

- **Parcerias com associações de estudantes** – Estas parcerias poderão possibilitar uma maior divulgação do espaço e dos eventos que serão realizados neste.
- **Parceria com o ESN** – Uma vez que o promotor é um estudante que realizou Erasmus e como tal conhece algumas pessoas associadas ao grupo de Erasmus, é do interesse deste atrair a atenção destes para o seu espaço e permitir a realização de eventos, propostos por estes estudantes.

6.7.2. AMEAÇAS

- **Resposta da Concorrência-** A possibilidade de surgirem novos espaços com um sistema similar, ou da implementação deste sistema por parte dos espaços já existentes.
- **Rutura de fornecedores** – No caso dos fornecedores de material eletrónico desaparecerem do mercado, e não haver outros com materiais similares, resultaria num grande problema devido à necessidade de garantir a compatibilidade dos anteriores produtos com a de novos que se viriam a adquirir.
- **Impedimentos legais ao sistema** – A possibilidade do sistema implementado ser identificado como um incentivo ao consumo excessivo de álcool, podendo este ser um entrave para o licenciamento do espaço a abrir.

6.7.3. SÍNTESE E POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES PARA A ESTRATÉGIA A DEFINIR

De forma a priorizar os possíveis acontecimentos e características negativas do negócio, apresenta-se um quadro (tabela 6) que classifica, por probabilidade de ocorrência e impacto negativo no projeto (escala de 1 a 10), quais deverão ser analisadas, ultrapassadas e/ou evitadas com maior grau de prioridade. Pretende-se com esta análise focar essencialmente as oportunidades e ameaças, maximizando a probabilidade ou o impacto das primeiras, e minimizando o das segundas.

Tabela 6 Síntese

Fraqueza	Ameaça	Probabilidade	Impacto	Nível de prioridade
Novidade		1	5	5
Recrutamento		1	2.5	2.5
	Resposta da Concorrência	0.5	8	4
	Rutura de Fornecedores	0.3	9	2.7
	Impedimentos Legais	0.15	10	1.5

Conclui-se que o facto de ser uma novidade, a resposta da concorrência ou a rutura dos fornecedores são os aspetos principais a ter em conta. Para se formar grupos sólidos de clientes habituais no momento inicial que possam ocupar e dinamizar o espaço, recomenda-se a disponibilização de planos promocionais para clientes que tragam amigos,

e a realização de eventos semanalmente, o que trará uma maior afluência inicial ao espaço. Assim, os clientes que tragam pessoas a frequentar o espaço poderão usufruir de promoções especiais, que serão totalmente do seu interesse.

Em relação às ameaças, deve pensar-se principalmente em minimizar a probabilidade e o impacto da rutura de fornecedores de material eletrónico. Assim, deve consultar-se outros possíveis fornecedores, que ofereçam produtos compatíveis, e que prezem pela diversidade e qualidade.

Em relação à resposta da concorrência, deve ter-se o cuidado de inovar-se constantemente de modo a captar cada vez mais a atenção dos clientes. Pode também, visitar-se ou pedir a terceiros para visitar os principais concorrentes de forma a verificar a sua evolução e novos métodos, serviços ou produtos que possam apresentar.

6.8. PLANO DE MARKETING

6.8.1. OBJETIVOS

De forma abrangente, os objetivos iniciais passam por uma rápida adesão do público-alvo ao nosso espaço, e que este seja vislumbrado como uma mais-valia para os clientes da zona circundante. É uma meta da empresa que para além da parte de lazer, a parte competitiva seja valorizada de modo a que os clientes possam competir saudavelmente com os seus amigos e outros clientes do estabelecimento comercial.

Apresentam-se assim de forma concreta os seguintes objetivos, que devem ser assimilados por todos os elementos internos à empresa, a concretizar a médio prazo:

- Constituição de equipas frequentes que devem competir nos eventos realizados mensalmente.
- No prazo de dois anos, conseguir a abertura de pelo menos um novo espaço, que deverá estar associado a este, e deste modo possibilitar a competição entre duas cidades distintas.

No longo prazo, e no caso de evolução positiva do negócio, deverão ser abertos outros espaços similares que deverão aumentar a afluência dos clientes ao espaço, pela possibilidade de poder competir com pessoas de outro espaço/outra cidade. Por outro lado, existe interesse da parte de um amigo do promotor em abrir um espaço similar ao que se

pretende implementar na Eslovénia, pelo que a rivalidade entre dois países diferentes poderia ser interessante para a empresa.

6.8.2. SEGMENTAÇÃO E POSICIONAMENTO

Em relação a este espaço de lazer, identificam-se duas segmentações, uma de alto nível e, dentro desta segmentação, uma outra de nível mais baixo. Esta distinção permitirá focar a empresa no tipo e perfil de clientes que se pretende preferencialmente satisfazer para este setor, e focar estratégias de marketing segmentado.

Assim, de todo o mercado destes espaços, pretende-se posicionar a empresa na satisfação dos interessados pela utilização deste sistema e pela competitividade que estes lhe irão permitir. Ou seja, dos clientes que irão frequentar o espaço, a maioria serão os interessados no sistema implementado. Aqui, a segmentação é feita com base em critérios psicográficos, relacionados com os gostos dos clientes.

No entanto, existirá a oferta do sistema de *jukebox* que se pretende que seja utilizado por pessoas de outros segmentos, não sendo no entanto este o foco principal da empresa.

Dentro dos segmentos do sistema e competição, existe ainda uma segmentação possível com base em critérios comportamentais, que está relacionada com a atitude relativamente ao sistema. Existem dois grandes grupos, as pessoas que têm interesse pelo sistema apenas numa perspetiva de lazer, para se divertirem por curtos períodos de tempo normalmente com os amigos, e outro grupo de pessoas que têm um interesse competitivo, que irão visitar o espaço frequentemente, de forma a preparar-se para as competições que se pretendem realizar, podendo estas vir ao espaço sozinhas ou em grupo. As motivações deste segundo grupo são várias, desde a obtenção de prémios monetários nas competições, ou pelo simples prazer de competir, com toda a atmosfera e tensão que se vive nesses eventos.

A empresa pretende captar clientes destes dois grupos, no entanto focará os seus esforços maioritariamente no segundo grupo, pois é o grupo que oferece os maiores índices de rentabilidade.

6.9. ESTRATÉGIA DE MARKETING

Por forma a cumprir os objetivos propostos, devem definir-se as várias políticas de marketing, que deverão ir de encontro aos valores e à missão da empresa, e que caracterizarão a empresa perante o mercado e perante a concorrência.

6.9.1. POLÍTICA DE SERVIÇO

Em relação às políticas de serviço, foram definidas políticas e ações estratégicas, que se agrupam em função dos segmentos e do posicionamento da empresa perante o mercado. Aqui estão presentes algumas características que definem simultaneamente o marketing de comunicação, pela imagem que é deixada junto dos clientes. Assim, os serviços devem verificar as seguintes características e ações principais:

Ações estratégicas transversais a todos os segmentos, relacionadas com o estabelecimento em si:

- ➔ Infraestruturas recém-construídas, sistemas de aquecimento e arrefecimento, cadeiras e mesas de máximo conforto e sala isolada para fumadores
- ➔ Disponibilização de vários produtos alimentares de snack para consumo, em especial para pequenos-almoços e lanches, mas também para refeições rápidas com diversos tipos de bebidas desde refrigerantes, bebidas alcoólicas/espirituosas
- ➔ Disponibilização de jornais diários, um generalista e um de desporto
- ➔ Horário de funcionamento abrangente, para fazer valer a boa localização das instalações. O horário definido será das 11h00 às 02h00
- ➔ Nível de simpatia, cordialidade e competência dos funcionários da empresa o mais elevada possível
- ➔ Níveis de higiene elevados durante todo o dia, com dois momentos diários de realização destas tarefas, um ao início do dia e outro ao meio do dia

Ações direcionadas para os interessados em frequentar o espaço, numa perspetiva de competição:

- ➔ Oferta de descontos, na inscrição nos eventos a realizar
- ➔ Prioridade na inscrição destes nos eventos
- ➔ Possibilidade de apresentação dos records anteriores para comparação com os amigos
- ➔ Possibilidade da organização de eventos por parte destes

Para satisfazer as necessidades dos clientes interessados na utilização do sistema numa perspetiva de lazer

- Possibilidade de ocultar os resultados da mesa onde se encontram

Ações direcionadas para os interessados em utilizar o sistema de *jukebox* implementado e os sistemas de jogos serão:

- Colocação de 1 sistema de *jukebox* na sala de não fumadores
- Colocação de dois jogos eletrónicos de setas, um em cada sala
- Colocação de uma consola de jogos “Playstation 3” com vários jogos disponíveis, através da parceria referida

6.9.2. **POLÍTICA DE PREÇO**

De modo a estabelecer o preço adequado, é necessário ter em conta diversos fatores como o tipo de clientes, a concorrência e os objetivos da organização. Após recolher esta informação será então estabelecido o preço a praticar. O preço poderá ter algum peso na tomada de decisão por parte do público-alvo, no entanto, neste setor, os preços não verificam grandes oscilações entre concorrentes. Em função das tendências de mercado, identificadas anteriormente, e uma vez que se procura obter lucros através da quantidade de clientes a servir, a empresa compromete-se a praticar preços equiparados aos da concorrência, seja nos serviços de bar/cafetaria, ou nos serviços de oferta de jogos.

6.9.3. **POLÍTICA DE DISTRIBUIÇÃO**

O tipo de atividade em que se enquadra o negócio tem características de distribuição específicas, ou seja, é o cliente a deslocar-se ao espaço para usufruir dos serviços. Como tal, a política de distribuição não tem efeito neste negócio, sendo que o casamento entre os clientes e os serviços oferecidos irá depender bastante da eficácia das políticas de comunicação adotadas, pelo que a responsabilidade inerente às políticas de distribuição serão transferidas para as de comunicação.

6.9.4. **POLÍTICA DE COMUNICAÇÃO**

Os clientes interessados nos serviços oferecidos, maioritariamente frequentando o estabelecimento em grupos, serão as pessoas que residem mais próximas do local do espaço, ou seja, os estudantes universitários que residem nesta zona. De modo a atrair estas pessoas definem-se as seguintes políticas de comunicação.

- *Flyers* e panfletos no estabelecimento, a anunciar os eventos a realizar
- Utilização das redes sociais para promoção do estabelecimento, de eventos e de promoções
- Criação de uma página *online* dedicada a apresentar o estabelecimento, o sistema inovador e os eventos a ocorrer no estabelecimento
- Parcerias com as associações de estudantes da zona circundante ao espaço, de modo a existir uma divulgação por parte destas

6.10. PLANO FINANCEIRO

Nesta subsecção apresentam-se os principais pressupostos e raciocínios seguidos para a estimação dos parâmetros de entrada do modelo para o plano financeiro seguido, através da folha de cálculo disponibilizada pelo IAPMEI [24]. Pretende-se avaliar a viabilidade económica do investimento ao qual concerne este plano de negócios, num horizonte temporal de 6 anos.

6.10.1. PREVISÃO DE VENDAS

Com a definição da estratégia e do tipo de serviços que serão disponibilizados, efetuou-se uma previsão de vendas por serviço, com base em estimativas de natureza empírica. Assim, deve inicialmente desenvolver-se a lógica de cálculo dos valores a faturar em cada componente, obtendo-se um valor médio estimado de faturação mensal, que pode ser validado confrontando-o com a faturação corrente de estabelecimentos com prestação de serviços similares.

A secção de bar/cafetaria tem 3 atividades distintas. O serviço de cafetaria, que se prende com a venda de cafés e pequenos-almoços, permitindo contabilizar os clientes ocasionais que frequentarão o espaço durante o horário laboral, o serviço de snack-bar, que está relacionado com a comercialização de produtos alimentares de preparação rápida, e outra de bebidas, que contabiliza todo o tipo de bebidas, desde alcoólicas a não-alcoólicas, a serem vendidas. Estima-se o número de pessoas que por dia consumirão cada uma destas componentes, assim como o valor médio por pessoa, e calcula-se a faturação mensal relacionada com o snack-bar.

O quadro resultante da lógica efetuada para a faturação média mensal estimada encontra-se na seguinte tabela.

Tabela 7 Estimação da faturação média mensal

Secção	Actividade / Modalidade	Nº Un. Disponível	Consumo Médio / Taxa horária (€)	Clientes / Ocupação Diária Prevista (pessoas / %)	Consumo Médio diário (€)	Total mês (€)
Cafetaria/Bar	Cafetaria		1,50	130	195	5850,00
	Snack-bar		2,00	60	120	3600,00
	Bebidas		2,00	110	220	6600,00
Jogos de Lazer	Setas	2	2,50 €/hora	5 %	2,13	63,75
	Videojogos de consola	1	2,00 €/hora	4 %	0,68	20,40
					Faturação Mensal Estimada	16.134,15 €

O valor calculado para o volume de negócios anual (sem IVA), com base na faturação média mensal a entrar no modelo foi de 156.585,37 € para o snack-bar e de 820,98 € para os jogos de lazer.

6.10.2. CUSTO DAS MERCADORIAS VENDIDAS E DAS MATÉRIAS CONSUMIDAS

Os custos relacionados com as mercadorias vendidas apenas se aplicam aos serviços relacionados com a cafetaria/snack-bar. Para estes, é necessário definir a margem bruta sobre o total de faturação desta secção. Assim, decidiu-se elaborar um quadro com a dedução da percentagem de vendas, face ao total de faturação do snack-bar, para cada uma das componentes consideradas, e a respetiva margem bruta esperada por cada unidade vendida. Desta forma, deduziu-se a média ponderada da margem bruta final a entrar no modelo, que está apresentada na tabela abaixo.

Tabela 8 Margem bruta média esperada sobre os produtos vendidos

	% das Vendas	Margem Bruta	Média Ponderada
Café	20,00%	80,00%	65,75%
Cerveja	40,00%	60,00%	
Refrigerantes	10,00%	60,00%	
Bebidas Espirituosas	10,00%	50,00%	
Pastelaria	6,00%	60,00%	
Água	9,00%	85,00%	
Refeições rápidas	5,00%	70,00%	

Assim, sobre os produtos vendidos no snack-bar espera-se uma margem bruta de 65,75%. Os custos esperados com o pessoal, assim como os de fornecimentos e serviços externos (FSE) com os custos fixos e as variáveis do projeto, podem ser consultados nos anexos B e C, respetivamente, para os 6 anos a uma taxa de crescimento de 3 %.

6.10.3. INVESTIMENTO

Em relação ao investimento total, é possível verificar no anexo D uma descrição detalhada dos principais constituintes. Para além do investimento referido neste anexo, há que considerar uma renda mensal de 1500,00 € e um investimento para remodelações e decoração do espaço alugado. Todos os equipamentos necessários, assim como os custos com a remodelação do espaço e outros encontram-se descritos no anexo referido, resultando num investimento total que deverá rondar os 41.000,00 €.

6.10.4. FINANCIAMENTO

Importa também referir como será financiado o negócio. De acordo com o modelo seguido, estima-se serem necessários no momento inicial cerca de 53.300 €. Destes, 33 300 € (62%) serão injetados pelos sócios como capital social da empresa, enquanto os restantes 20.000 € (38%) serão obtidos recorrendo a empréstimos bancários, a uma taxa de juro de 10%. Assim estará assegurada uma estrutura financeira saudável sem demasiados encargos financeiros. A tabela 9 permite verificar as componentes do financiamento e a respetiva evolução para os 6 anos.

Tabela 9 Componentes do financiamento

Financiamento							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Investimento = Capital Fixo + FMN	44 918	-1 941	-363	-390	-419	-449	
Margem de segurança	2%	2%	2%	2%	2%	2%	
Necessidades de financiamento	45 800	-2 000	-400	-400	-400	-500	
Fontes de Financiamento	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Meios Libertos	9.397	12.018	14.862	17.771	21.099	23.187	
Capital Social	33.300						
Empréstimos de Sócios / Suprimentos							
Financiamento bancário e outras Inst. Crédito	20.000						
TOTAL	62.697	12.018	14.862	17.771	21.099	23.187	

6.10.5. RESULTADOS LÍQUIDOS

No anexo E é possível verificar a base de remuneração dos investimentos efetuados, através da análise aos resultados líquidos que se espera gerar.

6.10.6. AVALIAÇÃO

Para efeitos do cálculo dos indicadores de avaliação, foram assumidos os seguintes pressupostos na definição da taxa de desconto dos fluxos de caixa futuros para o presente:

- Taxa de juros de ativo sem risco: 8 %
- Prémio de risco: 12 % (5 % de risco de mercado, 3 % devido à dificuldade de liquidez e 4 % por ser considerada “start-up” nesta atividade)
- Volatilidade de mercado/empresas equivalentes: 100%

As tabelas detalhadas sobre os resultados e indicadores de avaliação encontram-se no anexo F. Resumidamente, foram obtidos os resultados das tabelas 10 e 11.

Tabela 10 Indicadores na perspetiva do projeto

Valor Atual Líquido	65.169 €
Taxa Interna de Rentabilidade	55,66 % (CMPC = 15,36 %)
Prazo de Recuperação do Investimento	4anos

Tabela 11 Indicadores na perspetiva do investidor

Valor Atual Líquido	47.267 €
Taxa Interna de Rentabilidade	71.53 % (Taxa Atualização = 20.96 %)
Prazo de Recuperação do Investimento	3anos

Os indicadores de avaliação e dos resultados líquidos permitem aferir da viabilidade económica do projeto. Os indicadores permitem observar que a empresa vai gerar meios financeiros suficientes para liquidar as dívidas que se vão vencer, isto apesar de as previsões de vendas terem sido deduzidas sem otimismo. Os fluxos futuros gerados valem, a taxas de desconto com o máximo de 15,46%, 65.169 € no momento atual. O negócio presumiu-se continuar na perpetuidade para este cálculo. O prazo para a recuperação do investimento rondará os 4 anos, o que parece ser razoável num negócio desta natureza.

Na perspetiva do investidor, onde a taxa de desconto exigida pelo investidor é maior (no entanto não se consideram o investimento nem os custos inerentes no cálculo dos fluxos de caixa), o projeto continua a ser viável, sendo evidente que os capitais alheios permitem alavancar os capitais próprios, uma vez que taxa de remuneração exigida no financiamento é inferior à dos investidores.

Recomenda-se assim a aceitação do projeto, com as devidas precauções a possíveis alterações das variáveis mais sensíveis.

6.11. FORMA DE SOCIEDADE E A SUA CONCRETIZAÇÃO

Por fim, é necessário especificar a constituição jurídica da sociedade, sabendo de antemão que tal determinará o modelo de funcionamento desde a constituição da empresa até ao desenvolvimento do empreendimento.

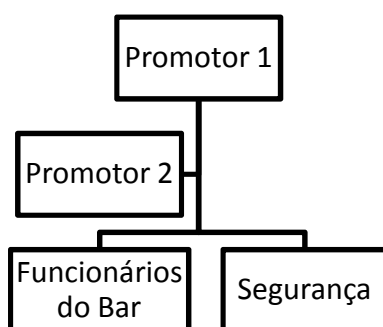
Uma vez que é difícil para o promotor dispor de todo o dinheiro necessário, este contará com a ajuda de um sócio, neste caso um sócio investidor que ajudará a perfazer o dinheiro necessário para o investimento.

A empresa será assim constituída por dois sócios, com uma distribuição de 70 % para o promotor e 30% para o sócio investidor, um capital social de 33.000,00 € e quotas de 100,00 €. Trata-se de uma sociedade de responsabilidade limitada ao capital social, onde apenas o património da sociedade pode responder perante os credores pelas dívidas da sociedade, não sendo admissíveis contribuições da indústria.

6.11.1. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

A empresa terá uma estrutura organizacional simples. No início os dois sócios trabalharão na gestão e desenvolvimento das atividades e eventos, e mais quatro funcionárias para realizar as tarefas de atendimento, auxílio, confeção e limpeza, uma por turno ou nos dias de maior afluência duas no turno da noite. Para além disso, nesses dias existirá ainda um segurança de modo a garantir a tranquilidade do espaço e dos clientes que o frequentam. Um dos sócios promotores estará mais ligado à gestão da equipa de funcionárias (que trabalharão por turnos) enquanto o outro promotor ficará responsável pelas tarefas administrativas da empresa neste negócio. A empresa conta ainda recorrer a 2 especialistas, um para a submissão do licenciamento e outro para a realização do projeto arquitetónico.

A configuração ajusta-se a uma estrutura vertical de acordo com o seguinte esquema:



7. CONCLUSÕES E PERSPETIVAS DE DESENVOLVIMENTO

A realização desta dissertação permitiu adquirir conhecimentos em diversas áreas distintas o que poderá ser bastante importante para uma futura integração no mercado de trabalho.

O objetivo inicial desta dissertação era a realização de um protótipo de um sistema de *auto-pull*, que permitisse a medição de um líquido, registasse esses valores, os processasse e posteriormente os disponibilizasse aos utilizadores. Pelo que se pode concluir que todos os objetivos foram alcançados.

Para além disto, era também importante que este sistema permitisse a interação com os utilizadores de modo a que pudesse tornar-se um sistema de viável implementação prática.

Numa possível implementação prática chegou-se à conclusão que uma vez que estariam disponíveis monitores nas mesas, seria interessante que estes pudessem ser utilizados para a execução de pedidos, tendo sido então adicionada esta funcionalidade.

Posto isto foram então efetuadas as escolhas do material necessário para a realização do projeto proposto inicialmente. Por motivos de restrição orçamental, algum do material utilizado não é o mais adequado mas sim o que estava disponível.

Inicialmente optou-se por escolher a rede de comunicação a utilizar, tendo sido efetuado um estudo das redes Ethernet e das redes CAN, optando-se pelas redes Ethernet, uma vez que o custo da implementação destas seria mais baixo, e já se possuiu uma grande parte do material necessário.

Posto isto, procedeu-se à escolha da placa de desenvolvimento, optando-se pela *Olixulino Micro* uma vez que esta oferecia um dos preços mais baixos e ainda a facilidade de integração com um ecrã *touch screen*. O grande senão desta placa em detrimento de outras, era o facto de esta não possuir interface Ethernet.

De modo a resolver a falta de interface foi utilizado o módulo ENC28J60, e feitos os respetivos ajustes para o correto funcionamento.

O sensor de caudal utilizado é um sensor que estava disponível no ISEP, podendo este não ser o mais adequado para o projeto desenvolvido. Para a leitura do sinal do sensor foi utilizado o *Arduino Leonardo*.

A comunicação em tempo real foi conseguida através da utilização de *web sockets*, no entanto de modo a utilizar *web sockets* é necessário um servidor próprio, tendo sido utilizado para tal o *nodejs*. Uma das desvantagens das *web sockets* é o facto de a configuração do servidor ser de alguma dificuldade.

Foi desenvolvida uma interface gráfica que permite a visualização dos contadores, a realização de pedidos e ainda a chamada de funcionários, todos estes processos ocorrem em tempo real.

Para uma maior divulgação do sistema, e de possíveis espaços que adiram a este, foi desenvolvida uma página web que permite entre outras funcionalidades, consultar os detalhes dos espaços e os próximos eventos que nele serão realizados.

Por último foi realizado um plano de negócios de modo a estudar as condicionantes e as vantagens que a implementação deste sistema teria de enfrentar.

Da realização deste plano de negócios chegou-se à conclusão que o sistema parece ser viável numa implementação prática, tendo como principal vantagem o grau de inovação perante a concorrência.

O plano financeiro do plano de negócios indica que o negócio parece ser bastante viável, no entanto, antes de uma possível implementação é necessário confirmar se todos os valores do investimento se encontram dentro de limites de variação aceitáveis.

Como possível melhoria futura poderiam ser utilizados diferentes componentes de *hardware* que para a realização desta dissertação foram ignorados por limitações de orçamento. Deveria então ser realizado um estudo de mercado da melhor solução no que a sensores de caudal diz respeito.

Para a leitura do sinal do sensor poderia ser utilizado um micro controlador mais económico como por exemplo o ATTINY, que tem pinos suficientes para esta funcionalidade e um preço bastante mais económico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]Funcionamento do Protocolo TCP-IP disponível em <http://www.clubedohardware.com.br/artigos/Como-o-Protocolo-TCP-IP-Funciona-Parte-1/1351/3>
- [2]E.Spurgeon, Charles – Ethernet –The Definitive Guide, 2000.
- [3]Von Burg, Urs – The Triumph of Ethernet Market Study, 2001.
- [4]Mattocks, Scott – WebSockets: An introduction to real-time communications for the web.
- [5]Implementação de um sistema de auto-pull disponível em <http://www.thepub.cz/brno/fotogalerie/?lng=en>
- [6]Datasheet do Sensor de Caudal DPL da Kobold disponível em:http://www.koboldmessring.com/fileadmin/koboldfiles/pdf/pt/s4pt_dpl.pdf
- [7] Pinout Atmega32u4 disponível em:<http://arduino.cc/en/Hacking/PinMapping32u4>
- [8] Arduino Leonardo disponível em:<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardLeonardo>
- [9]Placa de desenvolvimento Beaglebone Black disponível em: <http://beagleboard.org/Products/BeagleBone+Black/>
- [10]Placa de desenvolvimento Raspberry Pi disponível em: <http://www.raspberrypi.org/faqs>
- [11] Placa de desenvolvimento Cubieboard disponível em:<http://cubieboard.org/>
- [12]Placa de desenvolvimento Olinuxino Micro disponível em: <https://www.olimex.com/Products/OLinuXino/A13/A13-OLinuXino-MICRO/resources/A13-OLINUXINO-MICRO.pdf>
- [13]Módulo Enc28J60 disponível em: <http://dereenigne.org/arduino/enc28j60-breakout-board>
- [14]Fórum Olinuxino Micro, disponível em:<https://www.olimex.com/wiki/A13-OLinuXino-MICRO>
- [15]Imagem do Linux disponibilizada pela Olimex disponível em: <https://docs.google.com/file/d/0BbAEPML8fwlOTFmdjF3dGI4bmc/edit?usp=sharing&pli=1>
- [16]Configuração do módulo ENC 28J60 disponível em: <https://www.olimex.com/forum/index.php?topic=462.0>
- [17]Configuração do módulo de TS disponível em: <http://olimex.wordpress.com/2012/12/19/a13-lcd7ts-support-in-linux/>
- [18]Configuração da Interface Gráfica disponível em : <http://olimex.wordpress.com/2012/11/23/running-debian-with-xfce4-on-a13-olinuxino/>
- [19] Servidor de WebSockets disponível em: <http://cjhrrig.com/blog/creating-your-own-node-js-websocket-echo-server/>
- [20]Suporte nativo de WebSockets disponível em : <https://github.com/Worlize/WebSocket-Node>

- [21] Framework de auxílio à criação de HTML, disponível em: <http://getbootstrap.com/>
- [22] http://www.portaldosincentivos.pt/docs/Guia_Plano_Negocios.pdf
- [23] Porter, M. E. - The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. NY: Free Press, 1985.
- [24] IAPMEI (Instituto de Apoio às pequenas e medias empresas) - <http://www.iapmei.pt/iapmei-es-02.php?page=0&id=26&temaid=5>
- [25] Voss, Wilfried – A Comprehensible Guide to Controller Area Network, 2005.
- [26] Venda, Pedro Controller Area Network – Fundamentos, Instituto Superior Técnico

Todos os *links* estavam operacionais em 31/10/2013

ANEXO A – Rede Can

O CAN é um protocolo de comunicação digital série síncrono, que apresenta características de funcionamento *multi* mestre, ou seja, qualquer nó tem a possibilidade de iniciar a transmissão de dados, podendo o mesmo nó ser mestre e escravo em ocasiões diferentes. O envio no CAN é *multicast*, isto é, a mensagem é transmitida ao conjunto de todos os recetores simultaneamente, sendo que cada nó decide de acordo com o identificador recebido na mensagem se deve ou não processar a mensagem. O método de acesso utilizado é baseado na técnica *Carrier Sense Multiple Access/Non-destructive Bitwise Arbitration*. Este protocolo assegura ainda a consistência dos dados através da deteção/sinalização dos erros [25][26].

CARACTERÍSTICAS GERAIS

Uma vez que a rede CAN é do tipo *multi-master*, obriga a que sejam utilizados mecanismos de endereçamento das mensagens, gestão de prioridades e arbitragem do barramento.

ENDEREÇAMENTO

No protocolo CAN, o endereçamento é efetuado à mensagem e não ao dispositivo, ou seja, não existem nós/estações previamente endereçados. As mensagens possuem identificadores únicos para toda a rede, o que permite aos nós/estações selecionar as mensagens que pretendem ler. Existe portanto um mecanismo que filtra as mensagens recebidas, sendo estas mensagens selecionadas antes da camada de aplicação, necessitando para tal de efetuar uma comparação do identificador da mensagem com várias mascaras de *bits*.

GESTÃO DE PRIORIDADES

O identificador da mensagem não efetua apenas o seu endereçamento, este impõe também a prioridade de determinada comunicação em contraste com as restantes, o que assegura uma gestão de prioridades de acesso ao barramento. A mensagem que possui o identificador mais baixo será a mais prioritária, obtendo esta o acesso ao meio. Este

processo permite a partilha da rede por diversos dispositivos de diferentes dinâmicas, como por exemplo, um sistema de segurança deve transmitir o mais rápido possível um evento de alarme, por sua vez um sensor de temperatura não necessita de transmitir tão rapidamente o seu valor.

ARQUITETURA DO PROTOCOLO CAN

Como já foi referido anteriormente, a rede CAN é uma rede de comunicação digital para controlo em tempo real. Esta rede se comparada com o modelo protocolar OSI (figura61) apenas apresenta três camadas físicas: física, ligação de dados e aplicação. No entanto, o protocolo em si especifica apenas as duas primeiras, a camada de aplicação difere tendo em conta a aplicação a que se destina, existem assim diversos padrões para a camada de aplicação do protocolo CAN.

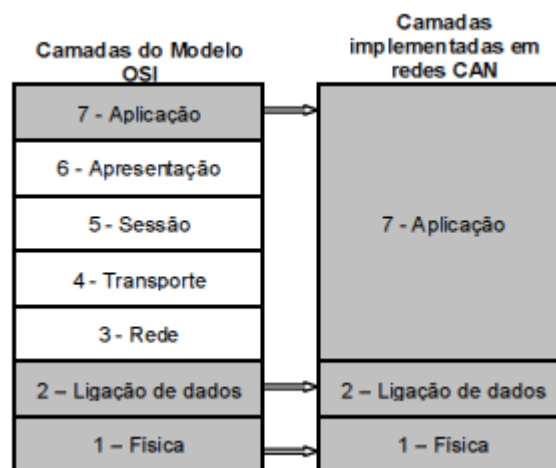


Figura 62 Modelo de Camadas OSI e CAN [26]

Nas secções seguintes são tecidas as principais características das camadas existentes nas redes CAN.

CAMADA FÍSICA

A camada física define as características mecânicas, elétricas e funcionais da interface física existente entre sistemas e assegura a correta transmissão/interpretação dos sinais. Desta camada destacam-se três subcamadas, sendo estas a sinalização física (*physical signaling* – PLS), a ligação do meio físico (*physical médium attachment* – PMA) e a

interface dependente do meio (*médium dependent interface*). Cada uma destas subcamadas tem diferentes tarefas que serão enumeradas abaixo:

- PLS, implementada no controlador CAN
 - Codificação/descodificação dos bits;
 - Temporização dos bits;
 - Sincronização entre nós;
- PMA
 - Definição das características do *transceiver*;
- MDI
 - Características do meio de transmissão (cabo, fichas, etc.);

CODIFICAÇÃO:

A codificação utilizada num barramento CAN é *non return to zero* (NRZ). Isto consiste em transformar o valor lógico 0 noutra nível de tensão de modo a que o sinal nunca seja nulo, o que leva a um aumento da imunidade do sinal. Durante a transmissão, o nível do sinal mantém-se constante ao longo do tempo de um *bit*. Existem dois estados lógicos possíveis no barramento sendo estes o dominante (0) e o recessivo (1).

Na codificação utilizada como não existe uma necessidade de mudança de estado no barramento para cada bit transmitido, a sincronização entre nós é dificultada. Em situações de sequências de *bits* semelhantes (sendo estes recessivos ou dominantes), pode existir dificuldade na delimitação entre bits o que origina a perda de sincronismo. Para corrigir este problema recorre-se ao *bit stuffing*. Durante a utilização do barramento apenas podem existir cinco *bits* consecutivos com a mesma polaridade, caso o nó queira exceder esse limite são introduzidos *stuff-bits* de polaridade inversa (pela camada de ligação de dados), como está representado na figura abaixo, de modo a garantir que de facto não existam mais de cinco bits com a mesma polaridade no barramento.

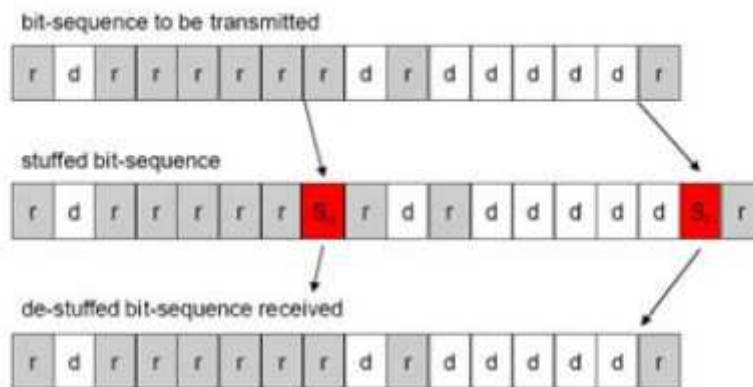


Figura 63 Exemplo de *bit stuffing* num fluxo de bits[26]

TEMPORIZAÇÃO

Cada nó de uma rede CAN funciona em sincronismo com um oscilador que gera uma frequência pré-programada. Cada conjunto de n períodos dessa frequência é chamado de *Time Quantum* (T_q), correspondendo à base temporal definida para um *bit*. Ou seja, é o tempo de transmissão de um *bit* (*bit-time*) sendo este obrigatoriamente um múltiplo de T_q . O bit-time está dividido em quatro segmentos diferentes, cada um destes é um múltiplo de T_q . O primeiro segmento é o de sincronização (*SYNC_SEG*) tendo a duração de um T_q , posteriormente um segmento de propagação (*PROP_SEG*) que pode ter uma duração entre 1 a 8 T_q e finalmente dois segmentos de fase (*PHASE_SEG 1* e *PHASE_SEG 2*) com duração de 1 a 8 T_q cada. Na figura abaixo está representada a duração de um bit e a divisão nos segmentos descritos anteriormente.

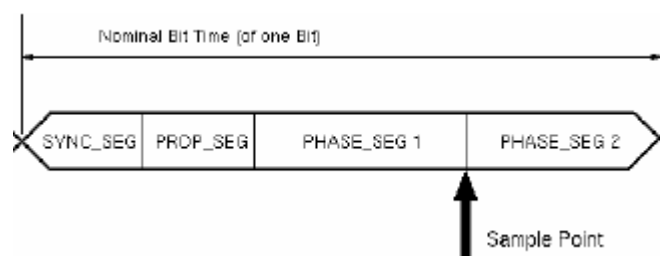


Figura 64 Esquema de temporização de um bit[26]

O comprimento dos segmentos de propagação e de fase pode ser programado conforme o pretendido, no intervalo disponível. O segmento de propagação tem de ser definido antes de ser estabelecida a transmissão, enquanto que o de fase pode ser reajustado durante as re-

sincronizações. No total o *bit-time* dura entre 8 e 25 T_q . A receção de um bit feita pelo *transceiver* de um nó é amostrada entre os dois segmentos de fase.

SINCRONIZAÇÃO DE NÓS

Um nó sincronizado com o barramento está dessincronizado com o emissor devido aos tempos de propagação. Numa rede CAN, um transmissor que envia um bit recessivo tem de estar preparado para receber um bit dominante enviado por um nó sincronizado com o barramento (por exemplo um bit de confirmação de receção (ACK)). Deste modo, é necessário estender o *bit-time* ao longo dos quatro segmentos que compõem o *bit-time* para garantir a coerência entre todos os nós da rede.

O segmento de sincronização é utilizado pelos vários nós (caso existam) para uma sincronização inicial sendo que, as variações de estado do barramento ocorrem durante este segmento. O segmento de propagação prevê a existência de um atraso de propagação e de processamento entre os vários nós da rede, que medeia a chegada do bit a cada um dos nós, e é usado para compensar esses atrasos. O instante entre os dois segmentos de fase (segmentos finais) define o instante de amostragem do barramento.

Este elaborado esquema de temporização serve para permitir que cada um dos nós espere pelos atrasos dos sinais e pela estabilização do *bit* antes de amostrar o barramento e determinar que tipo de bit se encontra neste.

Caso um nó detete uma variação ao nível do barramento fora do segmento de sincronização, as durações dos segmentos de fase são reprogramadas na altura, de forma a variar o instante de amostragem e garantir uma amostragem mais fiável. Em caso de avanço do bit, a duração do primeiro segmento de fase é encurtada num valor programado *Resynchronization Jump Width* (RJW), e no caso de um atraso da transição, a duração do segundo segmento de sincronização é alargada em RJW. Este mecanismo chama-se *soft-synchronization* e só ocorre uma vez em cada *bit*.

Em qualquer um dos casos, a soma de todos os atrasos (processamento e propagação) do nó mais distante tem que ser menor do que o segmento de propagação. Este detalhe de sincronização vem limitar a relação ritmo de transmissão/comprimento do barramento (figura 62).

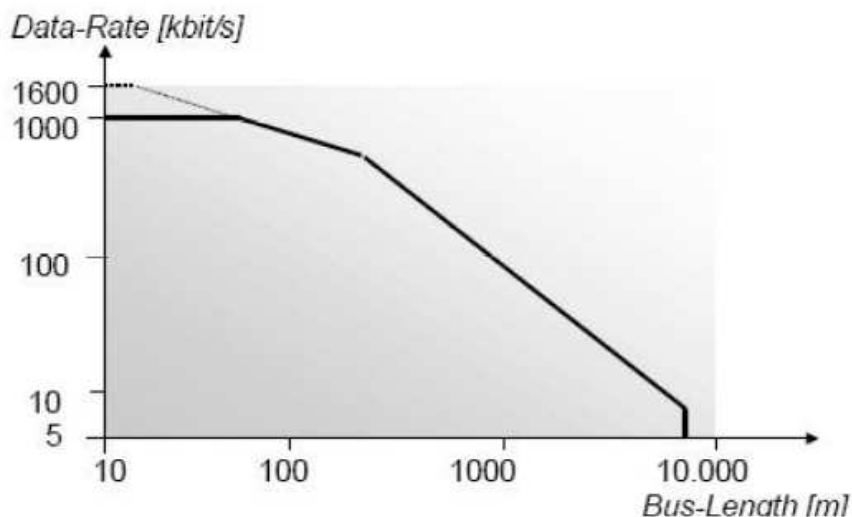


Figura 65 Limitação da relação entre a taxa de transmissão e o comprimento do barramento.[26]

Como pode ser visualizado na figura anterior, quanto maior for o barramento, mais significativos serão os atrasos de propagação e maior tem que ser o *bit-time*, reduzindo deste modo a taxa de transmissão máxima. É possível a utilização de *debridges* e repetidores para estender o comprimento máximo do barramento.

TOPOLOGIA DE UMA REDE CAN

O padrão ISO 11898-2 define o barramento como uma linha bifilar simples, para minimizar as reflexões, sendo esta terminada nas extremidades com resistências como pode ser visualizado na figura abaixo.

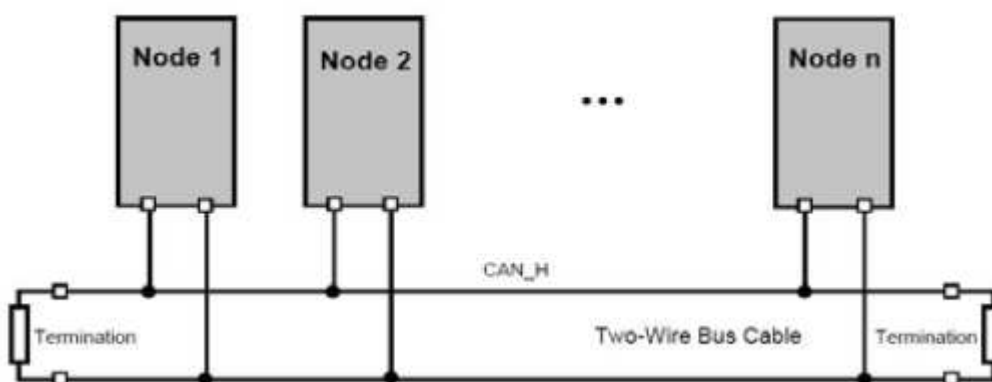


Figura 66 Topologia de uma rede CAN [26]

A linha possui três estados de actividade: *idle*, bit recessivo e bit dominante. Estes estados são definidos pelas tensões diferenciais introduzidas/medidas na linha (VCAN_H – VCAN_L) pelos nós. Esta natureza diferencial da medida, reduz o efeito de interferências electromagnéticas, dado que os dois fios do barramento estarão fisicamente perto um do outro e, na presença de interferências, os efeitos sentidos em ambos serão semelhantes. Como a tensão é medida diferencialmente, o valor dessa interferência é anulado.

TOPOLOGIA DE UM NÓ DE UMA REDE CAN

Normalmente um nó CAN possui como principais componentes, além de possíveis atuadores e sensores, um unidade de processamento (comummente um microcontrolador), um controlador CAN interno ou externo ao microcontrolador e um *transceiver* que codifica os sinais utilizados no nó para os sinais utilizados no barramento. A figura abaixo apresenta um exemplo de uma configuração de um nó. O *transceiver* é o responsável pela detecção e sinalização ao controlador de vários tipos de falhas no barramento. Existem *transceivers* tolerantes a falhas que permitem um modo de operação *single-wire*, de forma a tolerar várias falhas do barramento, como curto-circuitos entre as linhas CAN_H e CAN_L, curto-circuitos entre as tensões de alimentação e as linhas ou ainda circuitos abertos em alguma linha.

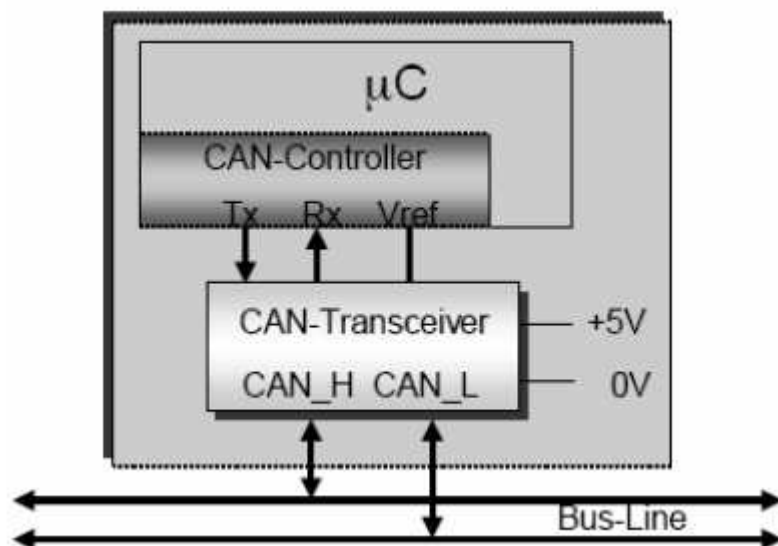


Figura 67 Nó de uma rede CAN [26]

Por fim falta realçar que existe a possibilidade de o barramento ser ligado a transmissores de frequência de rádio (RF – *radio frequency*) ou infravermelhos (IR-*infrared*) como meio de estabelecimento de ligações de/ou para outras redes CAN.

CAMADA DE LIGAÇÃO DE DADOS

A camada de ligação de dados - *Data Link Layer* (DLL) - impõe o formato das mensagens que viajam no barramento e fornece mecanismos de detecção e prevenção de falhas.

Existe uma subdivisão desta camada de forma a distinguir níveis de serviço fornecidos:

- *Logical Link Control* (LLC)
 - Filtro de aceitação de mensagens;
 - Notificação de sobrecarga (*overload*);
 - Gestão de recuperação de mensagens ou de situações de erro;

- *Medium Access Control* (MAC)
 - Encapsulamento/de-encapsulamento dos dados nas mensagens;
 - Codificação das mensagens (*stuffing/de-stuffing*);
 - Gestão de acesso ao meio;
 - Detecção e sinalização de erros;
 - Confirmação da integridade das mensagens (*acknowledge*);
 - Serialização/De-serialização da informação;

VERSÕES

Atualmente existem duas versões de mensagens especificadas: mensagens *standard* e *extended*. Por este motivo, o *hardware* pode eventualmente ser implementado tendo em conta as duas versões. Posto isto, foram diferenciadas três especificações do protocolo da ligação de dados: protocolo 2.0A, 2.0B passivo e 2.0B ativo. Destes, apenas o protocolo 2.0B ativo consegue receber e transmitir de forma transparente as mensagens das duas

versões. O protocolo 2.0B passivo consegue receber as mensagens das duas versões mas apenas transmite mensagens *standard*, enquanto o protocolo 2.0A descarta todas as mensagens *extended* recebidas porque as reconhece como erros.

FILTRO DE ACEITAÇÃO DE MENSAGENS

Na subcamada LLC da DLL existe um mecanismo que filtra as mensagens que recebe, ou seja, existe uma ou várias máscaras de bits de comprimento variável que são sobrepostas (AND) com os n primeiros bits do identificador da mensagem, de forma a decidir se a mensagem é entregue à camada acima ou descartada. Este mecanismo é programável pelas camadas superiores ou, em última análise, pelo utilizador.

FUNCIONALIDADES ADICIONAIS

Na implementação do controlador, existe a possibilidade de incluir funções não previstas na especificação, tais como: contadores (adicionais) de erros, selos temporais nas mensagens, limites de aviso programáveis, geração de pedidos de interrupção, estado de consumo reduzido e contadores de mensagens sem erros.

SERIALIZAÇÃO/ENCAPSULAMENTO, DE-SERIALIZAÇÃO/DE-ENCAPSULAMENTO:

Ao receber informação da camada superior, a subcamada MAC da DLL tem que serializar e encapsular a informação, ou seja, é preciso transformar cada byte recebido numa sequência de bits, para possibilitar a transmissão em série no barramento. Essa sequência de bits é então segmentada e cada segmento é inserido numa mensagem criada para o receber.

STUFFING/DE-STUFFING

Sempre que o transmissor detetar a presença de 5 bits consecutivos da mesma polaridade num fluxo de bits (após a serialização), introduz um bit de polaridade inversa que vai ser automaticamente removido pelos recetores. Esta regra de *stuffing* pode ser utilizada para uma verificação de integridade.

Na construção de uma mensagem, o nó transmissor preenche o cabeçalho e a terminação, executa o processo de *stuffing* em determinadas zonas da mensagem e calcula o CRC (referido mais adiante). Nesta altura, a mensagem está pronta para ser enviada.

Nos nós recetores o processo é inverso. Após a receção da mensagem sem erros detetados no barramento, são retirados os bits de emparelhamento sendo os campos de correção de erros verificados. Para terminar o processo, passa pelo filtro de aceitação e, caso seja essa a decisão, os bits podem ser novamente agrupados em bytes e enviados à camada superior.

DIFUSÃO

O conceito de difusão da rede CAN significa que todos os nós são capazes de detetar as mensagens transmitidas por qualquer um deles. Após a receção de cada mensagem, cabe aos nós a decisão de descartar ou de ler a mensagem. Na figura abaixo pode visualizar-se a estação 2 a transmitir uma mensagem e as estações 1, 3 e 4 a recebe-la, no entanto apenas as estações 1 e 4 leem a mensagem, a estação 3 opta por descartá-la.

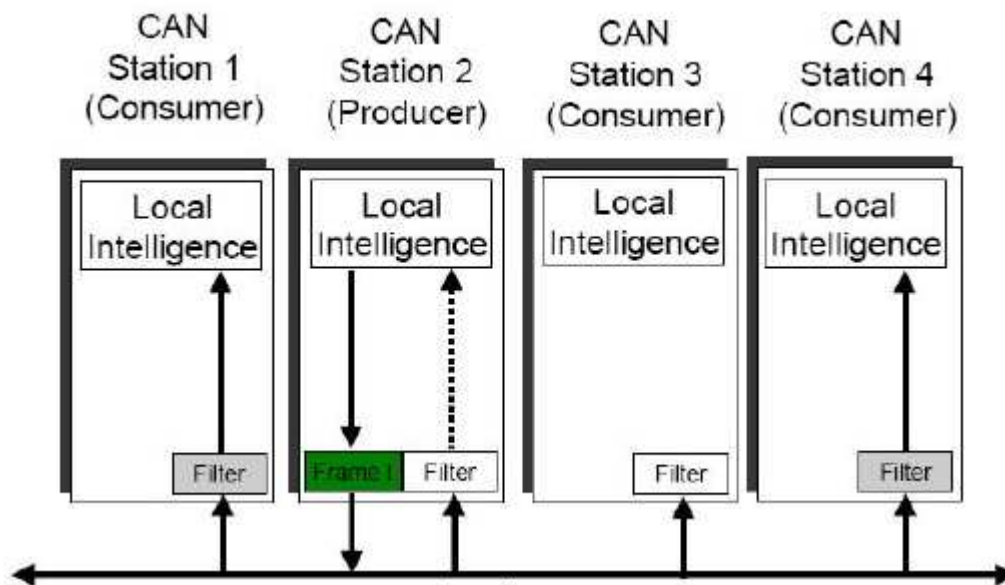


Figura 68 Difusão de mensagens [26]

REMOTE FRAME HANDLING

A maioria das implementações com armazenamento de objetos transmitidos (FullCAN) integra um mecanismo de retransmissão de mensagens - *Remote Transmission Request* (RTR) - por pedido de outros nós. Dependendo da arquitetura do controlador, esta retransmissão pode ser feita por autorização do CPU, sem conhecimento do CPU ou com conhecimento/autorização opcional do CPU. O método utilizado para a retransmissão é semelhante a um processo de pergunta/resposta: o nó interessado envia uma trama do tipo

remote frame request (pergunta) onde especifica a mensagem em que está interessado. Esta trama será eventualmente recebida por algum nó que ainda tenha a mensagem. Este nó responde então com a mensagem pretendida. A mensagem reenviada pode também ser recebida por outros nós interessados. Os *remote frame requests* são claramente distinguíveis das mensagens de dados por uma *flag* explicitamente assinalada e pelo facto de não conterem dados.

ACESSO MÚLTIPLO

Um dos requisitos de uma rede CAN é a possibilidade de acesso múltiplo ao barramento, ou seja, vários nós podem ler do barramento ao mesmo tempo mas, para evitar colisões (dois ou mais nós a enviar ao mesmo tempo uma mensagem diferente, o que resultaria numa mensagem inválida), é preciso um mecanismo de prioridades. O mecanismo utilizado é o *Carrier Sense Multiple Access/Deterministic Collision Resolution* (CSMA/DCR).

Cada mensagem leva consigo um identificador, atribuído pelo nó. Quando o barramento está em estado *idle*, vários nós podem iniciar as suas transmissões ao mesmo tempo. Cada nó lê do barramento cada um dos bits e envia-os e compara os valores. Caso o bit que o nó tenha tentado escrever seja recessivo, será lido do barramento um bit recessivo se e só se, todos os nós que estão a transmitir na altura estiverem a enviar um bit recessivo. Por definição, o *transceiver* garante que um bit dominante permaneça no barramento em detrimento de um *bit* recessivo, ou seja, durante a transmissão do identificador, quem transmitir uma mensagem com o identificador menor, isto é, que contem mais bits dominantes, é o nó que ganha direito a transmitir.

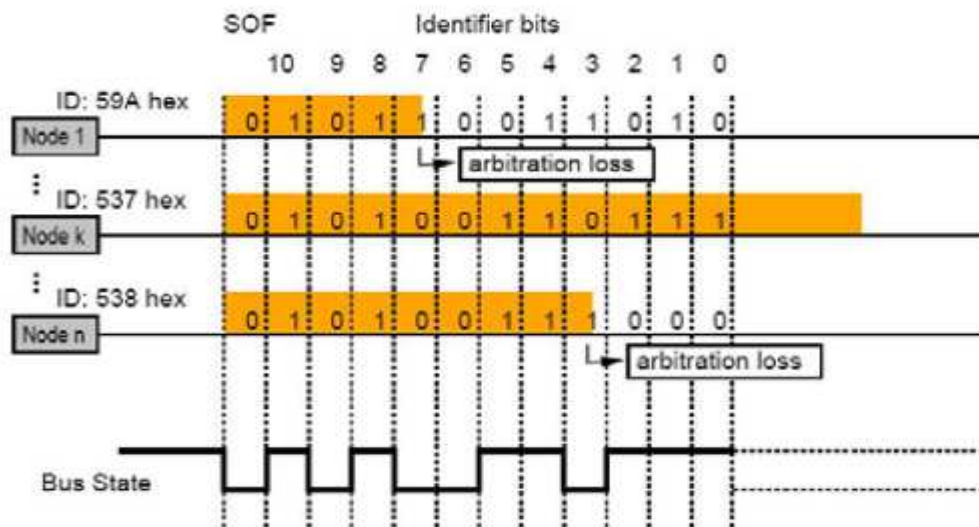


Figura 69 Ausência de colisões por utilização de CSMA/NBA [26]

Durante a transmissão do identificador da mensagem, o algoritmo CSMA/DCR decide de forma unívoca, não destrutiva e sem atrasos ou retransmissões quem transmite ou não a mensagem. No funcionamento do algoritmo CSMA/DCR em que n nós tentam escrever no barramento, e assumindo que todos tentam enviar mensagens diferentes, $n-1$ nós vão desistir de transmitir a mensagem para que o restante nó possa transmitir a dele. Depois da transmissão da mensagem do nó que “ganhou” o barramento, os outros nós tentam novamente transmitir as suas mensagens. Com a utilização do algoritmo CSMA/DCR, é possível estabelecer ordens de prioridade nas mensagens, porque estas têm identificadores programáveis.

A figura 66 mostra um exemplo de funcionamento do algoritmo CSMA/DCR. O caso descrito mostra três nós (1,k,n) a tentar enviar uma mensagem a uma dada altura. No bit 7, o nó 1 percebe que enviou um bit recessivo mas leu do barramento um bit dominante e desiste de enviar a sua mensagem – fica em modo de escuta. No bit 3, o nó n também entende que enviou um bit recessivo mas leu um bit dominante. Também este nó desiste de transmitir a mensagem. Desta forma, o nó k prevalece e transmite a sua mensagem.

SERVIÇOS DE COMUNICAÇÃO FORNECIDOS PELO PROTOCOLO CAN

O protocolo CAN especifica dois serviços de comunicação: o serviço *write-object* e o serviço *read-object*.

O serviço *write-object* é o serviço que escreve uma mensagem de um nó (emissor) para o barramento e, conseqüentemente, para todos os nós a ele ligados (serviço básico do protocolo). Este serviço não implica que algum nó esteja interessado na mensagem.

O serviço *read-object* é o complementar do anterior e é iniciado pelo facto de um receptor interessado numa trama transmitir uma mensagem de RTR com a identificação dessa trama. Se algum nó tiver os dados pretendidos, envia de volta a trama correspondente.

DATA FRAME

Referidas anteriormente como mensagens, as tramas de dados (*data frames*) são as unidades de comunicação entre as camadas de ligação de dados dos vários nós. Na figura abaixo é apresentada a constituição da trama de dados especificada pelo protocolo CAN.

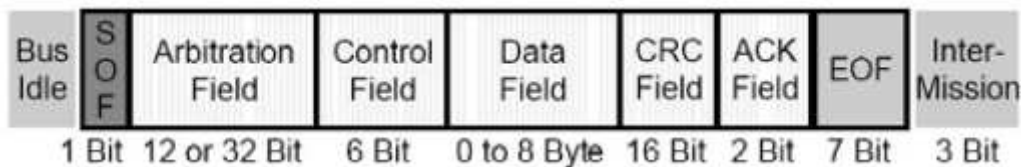


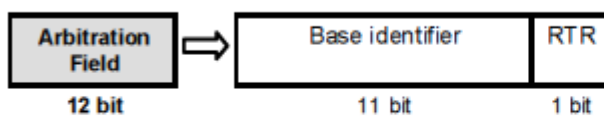
Figura 70 Trama de dados do protocolo CAN [26]

Sempre que um nó pretende enviar dados para o barramento, fá-lo através do encapsulamento da informação numa ou mais tramas, em que cada uma pode transportar de 1 a 8 bytes de informação.

A trama de dados começa com um bit *Start of Frame* (SOF) para *hard synchronization* em todos os nós. Depois do SOF está o campo de identificação (*arbitration field*) que contem a prioridade e o conteúdo da mensagem. O campo de controlo (*control field*) especifica o comprimento em bytes da mensagem. O campo de dados (*data field*) contém a informação propriamente dita e o campo de CRC (*cyclic redundancy check*) guarda informação redundante para deteção de erros em determinadas zonas da trama. O campo de confirmação (*Acknowledge field* - ACK) é utilizado para o transmissor entender se pelo menos um nó recebeu a mensagem sem erros no barramento. A mensagem é terminada pelo *End of Frame* (EOF). Actualmente, existem dois tipos de tramas: *standard data frames* e *extended data frames*. Os dois tipos diferem no significado de algumas *flags* e no comprimento do campo de identificação. Entre duas mensagens sequenciais existe um conjunto de três bits recessivos a que se chama *Intermission Frame Space*.

O bit SOF foi em tempos utilizado para uma sincronização forçada, mas as especificações mais recentes tornam essa sincronização desnecessária. O campo de identificação, representado na figura abaixo, é utilizado pelo algoritmo CSMA/DCR para determinar o nó a transmitir a mensagem. O bit final do campo de identificação – *Remote Transmission Request* (RTR) – é utilizado no estado recessivo para marcar as mensagens como sendo do tipo RTR. O bit seguinte – *Identifier Extension* (IDE) – serve para distinguir mensagens *standard* de mensagens *extended*. A mensagem *standard* tem o bit IDE dominante para que, em caso de transmissão simultânea, a mensagem *standard* prevaleça.

Trama standard



Trama extended

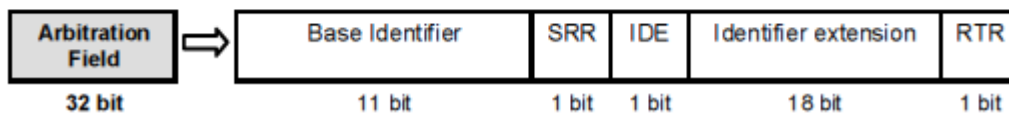


Figura 71 Diferenças entre tramas de dados do tipo *standard* e *extended*[26]

Até à ocorrência do bit IDE, o nó não sabe se a trama é *extended* ou *standard*. Se o bit IDE for dominante, o nó entende-o como o bit *rv1* do campo de controlo de uma mensagem *standard*. Se o bit for recessivo, então a trama é *extended* e o bit é o bit IDE do *arbitration field* após o *Substitute Remote Request* (SRR), que é transmitido recessivo. Para terminar o campo de identificação das mensagens *extended*, existe ainda um campo de identificação extra de 18 bits e 1 bit RTR, totalizando 32 bits de comprimento para este campo (11+SRR+IDE+18+RTR). O campo de controlo (figura abaixo) é semelhante nos dois tipos de mensagem. Os dois primeiros *bits* são dominantes e os últimos quatro especificam o comprimento do campo de dados (em *bytes*) – *Data Length Code* (DLC). Dado que o campo de dados tem de 1 a 8 bytes, os restantes valores do DLC (9-F) podem ser usados livremente (conforme o controlador for programado).

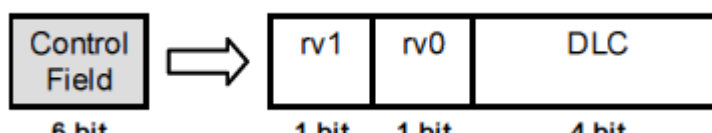


Figura 72 Campo de controlo [26]

O campo de dados – *Data Field* – carrega a informação numa mensagem com comprimento entre 0 e 8 bytes (64 bits). O campo de CRC é composto por uma sequência CRC de 15 bits e um bit limitador recessivo (*CRC delimiter*) (figura 70). A sequência CRC utilizada provém de um código de *Hamming* de distância mínima de 6, o que significa que possibilita a detecção de 15 erros no máximo ou a correcção de 1 a 5 erros espalhados aleatoriamente dentro dos bits protegidos pelo CRC. O campo de ACK é utilizado para que o emissor saiba se pelo menos um nó na rede recebeu a mensagem livre de erros até ao momento. Este é composto por dois bits: *ACK slot* e *ACK delimiter*. O transmissor envia ambos os *bits* recessivos e cada receptor que tenha recebido a mensagem correctamente até ao campo de ACK, envia um *ACK slot* dominante. Se o transmissor percebe que enviou um *ACK delimiter* recessivo mas detetou um *bit* dominante no barramento, sabe que pelo menos um nó enviou um *ACK delimiter* dominante – esse nó recebeu a mensagem correctamente até aí. Finalmente, o campo EOF é composto por sete *bits* recessivos e foi introduzido para garantir que, se algum nó enviar uma *flag* de erro, essa *flag* fica contida dentro da mensagem.

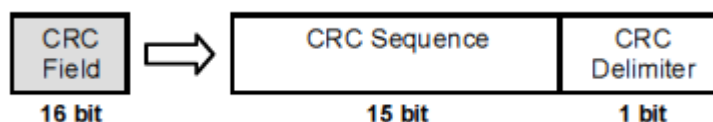


Figura 73 Campo de CRC [26]

TRATAMENTO DE ERROS

Cabe aos dispositivos físicos e às camadas de *hardware* a introdução de mecanismos de tolerância a falhas na comunicação.

Num dado nó (nó k), o tratamento de erros processa-se da seguinte forma:

1. O nó k deteta o erro local;

2. É enviada uma *error flag* para globalizar o erro - 6 bits da mesma polaridade para forçar um erro;
3. Depois da *error flag* é enviada uma *overlapping error flag*, seguida de um *error delimiter*;
4. A mensagem é descartada em todos os nós;
5. Os contadores de erro são incrementados em todos os nós;
6. A transmissão é repetida automaticamente;

Os erros são assim assinalados e globalizados logo que são detetados. Através deste processo de tratamento de erros, caso nenhum nó esteja em estado passivo ou desligado do barramento, a coerência dos dados é garantido no bit final da mensagem, exceto num caso que será explicado mais adiante.

Na ocorrência de um erro, é enviada uma trama de erro ativo (*active error frame*) (figura abaixo). A *error flag* é uma sequência de 6 bits dominantes (para um nó no estado ativo) e é seguida de sobreposições de *error flags* dos outros nós, pois é possível que nem todos detetem o erro exatamente no mesmo bit. Finalmente, existe o delimitador do erro – *error delimiter* – que é composto por 8 bits recessivos e permite aos nós recomeçar a transmissão após a ocorrência de um erro. Depois da trama de erro ativo, é esperado um *interframe space* de 3 bits como se a trama de erro fosse uma mensagem.

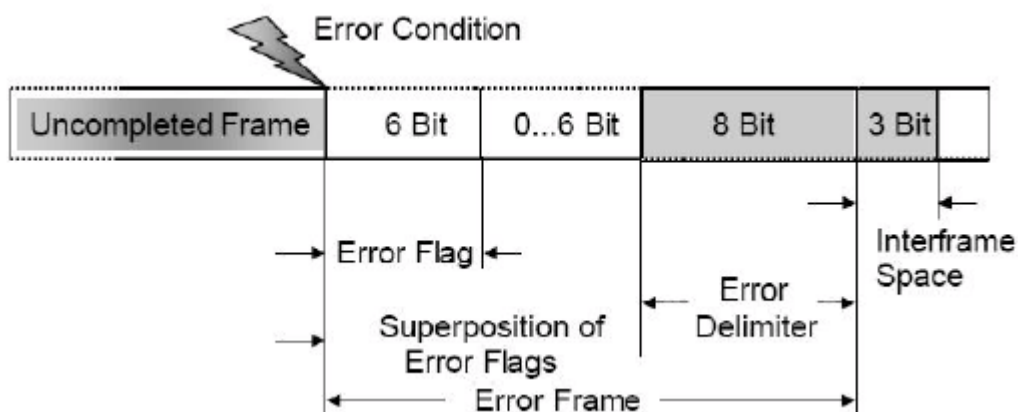


Figura 74 Trama de erro ativa [26]

Os erros que podem surgir e que causam a criação de uma trama de erro são:

- **Erros de *stuffing*:** quando um recetordeteta uma sequência de mais do que 5 bits da mesma polaridade nas zonas da mensagem protegida pela regra de *stuffing*, apresentada na figura abaixo;

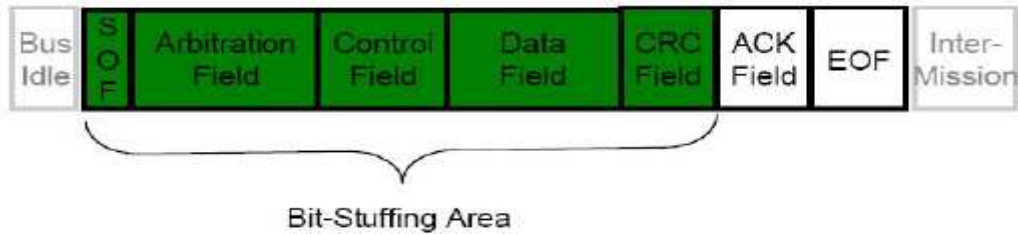


Figura 75 Área da trama a ser aplicada a regra de *stuffing*[26]

- **Erros de *bit*:** quando um nó transmite uma sequência de bits no barramento, ele lê o estado do barramento ao mesmo tempo. Quando o nó verifica do barramento um estado diferente do estado do bit que ele tenta transmitir, deteta um erro de *bit*. Se este erro de *bit* ocorrer nas zonas da mensagem em que não podem haver “colisões”, o erro é assinalado e globalizado no barramento;

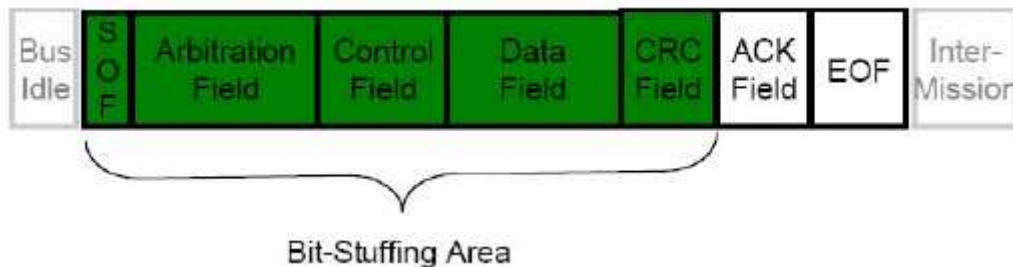


Figura 76 Área da trama em que ocorre monitorização de *bits*[26]

- **Erro de CRC:** o transmissor calcula o campo de CRC sobre as zonas da trama protegidas e envia essa informação na mensagem. Os recetores voltam a calcular o CRC e comparam o resultado com o campo que receberam. Nos nós em que o resultado não corresponda ao CRC recebido na mensagem, esta é descartada (não há correção de erros) e uma trama de erro ativa é gerada a seguir ao *ACK delimiter*;

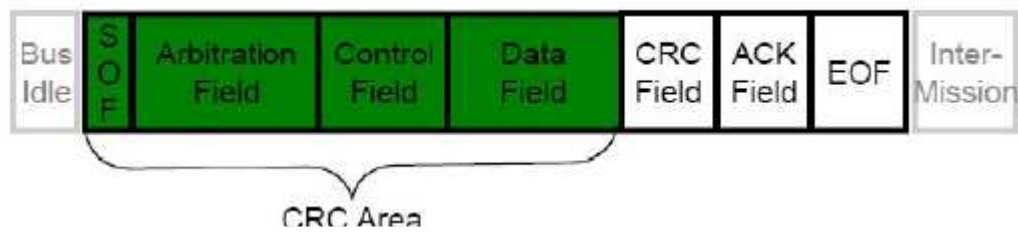


Figura 77 Área de trama protegida pelo campo de CRC [26]

- **Erro de ACK:** quando o transmissor envia a mensagem e monitoriza o barramento, envia um bit recessivo no *ACK delimiter* e espera receber um *bit* dominante do barramento (no mesmo *bit-time*), pois qualquer recetor que tenha recebido a mensagem corretamente envia um *bit* dominante. Caso este bit recessivo não seja recebido, então nenhum recetor recebeu a mensagem sem erros e é gerada uma trama de erro ativa a seguir ao *ACK delimiter*;
- **Erro de forma (*form error*):** Se o transmissor encontra um bit dominante no *CRC delimiter*, um bit recessivo no *ACK delimiter* ou um bit dominante ao longo de todo o *EOF*, é porque ocorreu um erro que viola o formato da trama em bits, cujo estado não varia entre mensagens. Também neste caso é gerada uma trama de erro ativa;

Apesar destes métodos de deteção de erros, é possível que existam erros não detetados no barramento. Estima-se que a probabilidade da ocorrência de erros não detetados em tramas *standards* seja expressa pela seguinte fórmula empírica:

$$\rho < 4.7 \times 10^{-11} \times \text{error_rate}$$

Para fazer a distinção entre falhas temporárias, como interferências ou outros erros temporários e as falhas permanentes, figura 77 tais como nó defeituoso, ligação defeituosa ao nó, etc, são utilizados os contadores de erro (*Transmit Error Counter* (TEC) e *Receive Error Counter* (REC)) para alterar o estado do nó:

- Todos os nós são iniciados no estado ativo;
- Os contadores são incrementados e decrementados respetivamente na deteção de erros e nas transmissões ou receções corretas;

- Quando um dos contadores passa por um *threshold* (programado ou não), muda para o estado passivo;
- No estado passivo, os contadores continuam a ser incrementados ou decrementados e, se forem novamente inferiores ao *threshold*, o nó volta a estar no estado ativo. Neste caso existe uma elevada taxa de erros, mas aparentemente o nó em questão consegue enviar e receber corretamente as mensagens. Neste estado passivo, os nós apenas conseguem enviar tramas de erro passivas (*passive error frames*), em que os bits da *error flag* e sobreposições são recessivos, e portanto não conseguem interromper outras transmissões. Além disso, os nós em estado passivo têm que esperar um tempo adicional de 8 bits entre transmissões sucessivas. Quando um nó entra em estado passivo, a coerência dos dados deixa de ser garantida;
- No caso de falha da ligação ao barramento ou de falha do controlador CAN, ou até no caso de acumulação extrema de erros, os contadores aumentam acima de um outro *threshold* e aí entram num estado de barramento desligado em que apenas conseguem receber informação. Para sair deste estado, é preciso impor um *reset* e receber uma sequência de 128×11 bits recessivos;

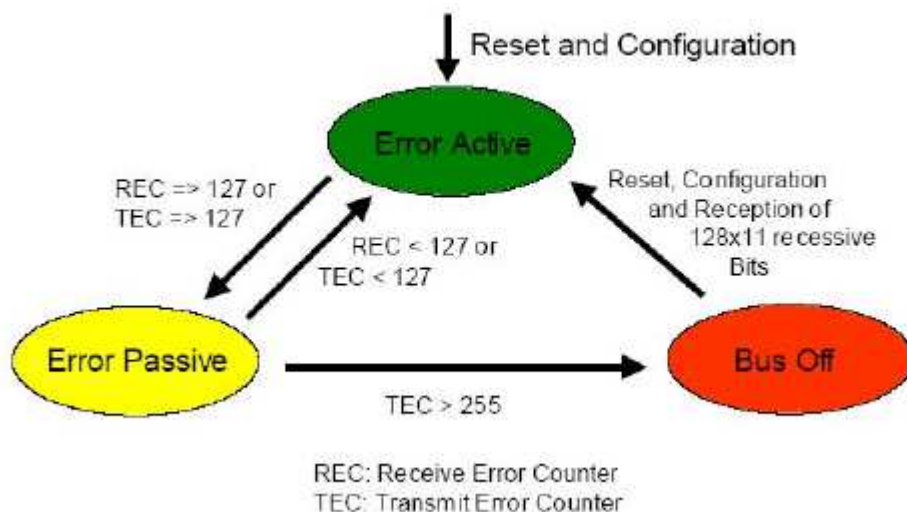


Figura 78 Diagrama de estados de um nó CAN, face à ocorrência de erros temporários ou permanentes [26]

OVERLOAD FLAG

A trama de sobrecarga (*overload frame*) é em tudo igual à trama de erro activa, mas não incrementa os contadores de erro e é enviada quando um nó não está pronto para iniciar a recepção da próxima mensagem, ou se durante o IFS um dos primeiros dois bits é dominante. A outra condição de *overload* é quando um receptor recebe um bit dominante na sétima posição do EOF; este bit não é considerado um erro mas o receptor pode ter perdido a sincronização e inicia a transmissão de uma trama de *overload*. Neste caso, um transmissor que se prepare para enviar uma mensagem tem que atrasar o início da sua transmissão.

ERROS LOCAIS NO EOF

Na ocorrência de erros durante a transmissão/recepção do EOF (neste campo da mensagem apenas podem ocorrer erros de bit), os nós procedem da seguinte forma:

- O transmissor considera a mensagem válida se não houver erros de bit até ao fim do EOF.
- O recetor considera a mensagem válida se não encontrar erros de bit até ao penúltimo bit do EOF (inclusive). Um recetor que tenha detetado um erro no sétimo bit do EOF não transmite a trama de erro nem incrementa os contadores de erro (não considera o erro), mas envia uma trama de *overload* que começa no IFS.

DUPLICAÇÃO DE MENSAGENS

No caso da ocorrência de um erro local no último bit do EOF no transmissor ou no penúltimo bit do EOF num recetor, existe a possibilidade da duplicação da mensagem. Em particular, existe um caso pernicioso em que num nó recetor “k” existe de facto um erro local no penúltimo bit do EOF. No último bit do EOF, este nó inicia a transmissão de uma trama de erro activa que é vista pelo transmissor “t” como tal. Entretanto, um outro recetor “n” não sofreu a interferência que deu origem ao erro no penúltimo bit do EOF e vê este bit recessivo (como devia ser), embora receba no último bit do EOF o início da trama de erro activa, iniciada pelo nó “k”. Como este erro é ignorado (pelo recetor “n”), o nó acaba por ficar com a mensagem intacta e inicia a transmissão de uma trama de *overload*. No cenário final, o nó “t” transmite duas vezes a mensagem, o nó “n” recebe a mensagem duas vezes e o nó “k” recebe-a uma vez.

Para evitar problemas relacionados com a duplicação de mensagens, a especificação da *Can in Automation* (CiA) aconselha a não utilização de mensagens do tipo *toggle* (“mudança de estado”), a não utilização de mensagens de comando relativas (“varia 10 graus”, “avança 10 metros”, etc.) e, para prevenir inversões de ordem, aconselha também a utilização de números de sequência nas mensagens. Estes conselhos terão que ser postos em prática nas camadas superiores do protocolo e podem vir a garantir, por exemplo, difusão *First In, First Out* (FIFO) (*FIFO broadcasting*).

CAMADA DE APLICAÇÃO

Na camada de aplicação o protocolo CAN dispõe de alguma flexibilidade uma vez que esta não se encontra definida por nenhum padrão, estando assim aberta para o desenvolvimento de protocolos de alto nível que satisfaçam os requisitos de cada aplicação.

Porém a CiA desenvolveu um protocolo padrão, o *CANOpen*, para combater a falta de padronização que existia ao nível desta camada. O *CANOpen* domina atualmente grande parte dos sistemas de automação.

Este protocolo pode ser resumido em três partes: aplicação, dicionário de objetos e o protocolo. A aplicação efetua apenas a tradução dos dados recebidos e enviados através da interação com o utilizador. O dicionário de objetos contém diversos parâmetros comuns a todos os equipamentos. Esses parâmetros contêm informações sobre o estado da rede, estado do equipamento e ainda possui valores específicos para os fabricantes. Finalmente o protocolo é responsável pela padronização dos dados enviados na rede, lembrando que os dados a serem enviados são encapsulados no protocolo *CANOpen* e posteriormente no protocolo CAN sendo em seguida transmitidos na rede.

ANEXO B – CUSTO DAS MERCADORIAS VENDIDAS E MATÉRIAS CONSUMIDAS

CMVMC	Margem Bruta	2013	2014	2015	2016	2017	2018
MERCADO NACIONAL		53 630	56 897	60 362	64 038	67 937	72 075
Produto A *	65,75%	53 630	56 897	60 362	64 038	67 937	72 075
Produto B *							
Produto C *							
Produto D *							
MERCADO EXTERNO							
Produto A *							
Produto B *							
TOTAL CMVMC		53 630	56 897	60 362	64 038	67 937	72 075
IVA	23%	12 335	13 086	13 883	14 729	15 626	16 577
TOTAL CMVMC + IVA		65 966	69 983	74 245	78 766	83 563	88 652

ANEXO C – FORNECIMENTOS E SERVIÇOS EXTERNOS

	Tx IVA	Custo Fixos	Custos Variáveis	Valor Mensal	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Subcontratos	23%		100%							
Electricidade	23%	80%	20%	500	6.000	6.180	6.365	6.556	6.753	6.956
Combustíveis	23%		100%	100	1.200	1.236	1.273	1.311	1.351	1.391
Água	6%	80%	20%	200	2.400	2.472	2.546	2.623	2.701	2.782
Outros Fluidos	23%		100%							
Ferramentas e Utensílios	23%		100%	25	300	309	318	328	338	348
Livros e doc. técnica	23%	80%	20%							
Material de escritório	23%	80%	20%							
Artigos para oferta	23%		100%	100	1.200	1.236	1.273	1.311	1.351	1.391
Rendas e alugueres	23%		100%	1.500	18.000	18.540	19.096	19.669	20.259	20.867
Despesas de representação	23%		100%							
Comunicação	23%	70%	30%							
Seguros		100%		200	2.400	2.472	2.546	2.623	2.701	2.782
Royalties	23%		100%							
Transportes de mercadorias	23%		100%							
Deslocações e estadas	23%		100%							
Comissões	23%		100%							
Honorários	23%	100%								
Contencioso e notariado	23%		100%	300	3.600	3.708	3.819	3.934	4.052	4.173
Conservação e reparação	23%	70%	30%	40	480	494	509	525	540	556
Publicidade e propaganda	23%		100%	100	1.200	1.236	1.273	1.311	1.351	1.391
Limpeza, higiene e conforto	23%	100%								
Vigilância e segurança	23%	100%								
Trabalhos especializados	23%	80%	20%							

Outros forn. e serviços	23%		100%	50	600	618	637	656	675	696
TOTAL					30.180	31.085	32.018	32.979	33.968	34.987

ANEXO D – COMPONENTES DO INVESTIMENTO

Investimento				
Tipo	Descrição	Quantidade	Valor	Total
Equipamento Básico	Conjuntos (1 Mesa + 4 Cadeiras)	20	4.000,00 €	30.100,00 €
	Material Eletrónico das Mesas	10	7.000,00 €	
	Balcão frigorífico	1	1.000,00 €	
	Balcão	1	500,00 €	
	Computador + software	1	1.100,00 €	
	Plasma	1	1.000,00€	
	Sistema de Bombagem do Líquido	1	15.000,00€	
	Outros equipamentos	1	500,00 €	
Construção e edifício	Sistema de climatização	1	3.000,00 €	16.800,00 €
	Sistema de som e imagem	1	2.500,00 €	
	Obras e remodelações do espaço		12.000,00 €	
	Decoração do espaço		3.000,00 €	
Despesas de instalação	Licenciamento		600,00 €	2.100,00 €
	Projeto arquitetónico		1.500,00 €	
Equipamento administrativo			200,00 €	200,00 €
Outros custos			400,00 €	400,00 €
				40.600,00 €

ANEXO E – DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADOS PREVISIONAL

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Vendas	156 585	166 121	176 238	186 971	198 358	210 438
Prestações de Serviços						
Volume de Negócios	156 585	166 121	176 238	186 971	198 358	210 438
(-) Variação da Produção						
CMVMC	53 630	56 897	60 362	64 038	67 937	72 075
Outros custos variáveis (FSE)	27 624	28 453	29 306	30 185	31 091	32 024
Margem Bruta de Contribuição	75 331	80 772	86 570	92 748	99 329	106 339
	48%	49%	49%	50%	50%	51%
FSE- Custos Fixos	9 456	9 740	10 032	10 333	10 643	10 962
Resultado Económico	65 875	71 032	76 538	82 415	88 686	95 377
Impostos						
Custos com o Pessoal	55 766	57 439	59 162	60 937	62 765	64 648
% de Vendas	36%	35%	34%	33%	32%	31%
Outros Custos Operacionais						
Outros Proveitos Operacionais						
EBITDA	10 109	13 594	17 376	21 479	25 922	30 729
Amortizações	7 260	7 290	7 320	6 650	6 630	560
Ajustamentos / Provisões						
EBIT	2 849	6 304	10 056	14 829	19 292	30 169
Custos Financeiros	2 008	2 008	1 606	1 205	803	402
Proveitos Financeiros	330	525	759	1 068	1 454	1 929
RESULTADO FINANCEIRO	-1 678	-1 483	-847	-137	651	1 527
Custos Extraordinários						
Proveitos Extraordinários						
RAI	1 171	4 821	9 209	14 692	19 943	31 696
Impostos sobre os lucros	293	1 205	2 302	3 673	4 986	7 924
RESULTADO LÍQUIDO	878	3 616	6 907	11 019	14 957	23 772

% DOS CUSTOS DE ESTRUTURA S/VN	46%	45%	43%	42%	40%	36%
% DO RESULTADO LÍQUIDO S/VN	1%	2%	4%	6%	8%	11%

ANEXO F – INDICADORES DE AVALIAÇÃO

Na perspectiva do Projecto		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Free Cash Flow to Firm		-35.521	13.959	15.225	18.162	21.518	23.636	130.928
WACC		19,30%	19,67%	20,06%	20,46%	20,87%	21,00%	21,00%
Factor de actualização		1	1,197	1,437	1,731	2,092	2,531	3,063
Fluxos actualizados		-35 521	11 664	10 596	10 493	10 285	9 337	42 743
		-35 521	-23 857	-13 261	-2 768	7 518	16 855	59 597
Valor Actual Líquido (VAL)		59.597						
			-61%	-12%	15%	30%	38%	56%
Taxa Interna de Rentabilidade		55,66%						
Prazo de Recuperação		4 Anos						
Na perspectiva do Investidor		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Free Cash Flow do Equity		-17 529	7 951	9 619	12 957	16 714	19 235	97 607
Taxa de juro de activos sem risco		8,00%	8,24%	8,49%	8,74%	9,00%	9,27%	9,55%
Prémio de risco de mercado		12,00%	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%
Taxa de Actualização		20,96%	21,23%	21,51%	21,79%	22,08%	22,39%	22,70%
Factor actualização		1	1,212	1,473	1,794	2,190	2,680	3,289
Fluxos Actualizados		-17 529	6 559	6 530	7 222	7 632	7 176	29 678
		-17 529	-10 971	-4 441	2 782	10 413	17 589	47 267
Valor Actual Líquido (VAL)		47.267						

			-55%	0%	31%	47%	55%	72%
Taxa Interna de Rentabilidade	71,53%							
Prazo de Recuperação	3 Anos							