



## **Desenvolvimento de um novo sistema de monitorização de máquinas ? b-Remote**

**JOÃO PEDRO NEVES DA COSTA**

novembro de 2018

# DESENVOLVIMENTO DE UM NOVO SISTEMA DE MONITORIZAÇÃO DE MÁQUINAS – B-REMOTE

João Pedro Neves da Costa



Departamento de Engenharia Electrotécnica

Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores

Área de Especialização em Sistemas e Planeamento Industrial

**2018**



Relatório elaborado para satisfação parcial dos requisitos da Unidade Curricular de Tese/Dissertação do Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores

Candidato: João Pedro Neves da Costa, Nº 1050368, 1050368@isep.ipp.pt

Orientação científica: Paulo António da Silva Ávila, psa@isep.ipp.pt

Co-orientação científica: João Augusto de Sousa Bastos, jab@isep.ipp.pt

Supervisão: Paulo António da Silva Ávila, psa@isep.ipp.pt



Departamento de Engenharia Electrotécnica

Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores

Área de Especialização em Sistemas e Planeamento Industrial

**2018**



Para a Benedita, a minha motivação, e para a Joana, o meu suporte.

Sem vocês não tinha chegado até aqui.



## *Agradecimentos*

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao professor Paulo António Ávila, pela sua orientação e apoio ao longo da realização do trabalho.

Ao professor João Bastos pela sua disponibilidade e ajuda.

Ao engenheiro Nélson Pereira e à empresa Sopais lda, pela hospitalidade e cooperação.

Ao engenheiro Daniel Maldonado pelo seu apoio.

Finalmente, à minha família e a todos os meus amigos que me encorajaram durante este período.



## *Resumo*

A chegada da indústria 4.0 vem dotar as máquinas de uma capacidade sensorial e comunicacional, que permite monitorizar e recolher grandes quantidades de informação. Estes dados têm impacto no planeamento, gestão e manutenção, possibilitando reagir em tempo real, melhorar a eficiência, e desenvolver modelos preditivos e de melhoria de processos. As máquinas mais recentes estão preparadas para comunicarem com os sistemas de monitorização existentes, contudo, muitas ainda não. Necessitam de alterações elétricas e/ou software e intervenções especializadas. Outra dificuldade prende-se com a relação custo/rentabilidade, quando se equaciona a aquisição de um sistema de monitorização. Os sistemas existentes têm bastantes funcionalidades, contudo, o custo é proporcional.

O objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema que cumpra os requisitos de baixo custo, simplicidade e flexibilidade, para a monitorização remota de equipamentos produtivos, em tempo real. O sistema monitorizará os equipamentos de uma forma simples e ágil, independente da sua sofisticação, e da instalação e recursos fabris. Além da validação técnica, é também objetivo, validar através de um plano de negócio, a criação de uma nova empresa para a comercialização do novo produto.

Foi desenvolvido um protótipo de um sistema e testado, em laboratório e em ambiente produtivo. O sistema consiste num sensor que transmite o sinal da máquina, sem fios, para uma *gateway* que recolhe todas os sinais existentes. A *gateway* envia a informação para um servidor e através de um *website*, o utilizador consulta o estado atual da máquina, o histórico das paragens e alguns indicadores. Os resultados das simulações validaram o protótipo do sistema, com um ponto relacionado com a comunicação entre *gateway* e servidor a ser melhorado futuramente. O modelo de análise financeira, do plano de negócio, foi validado (perspetiva moderada) com uma Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) de 55,87%, um *Return On Investment* (ROI) (sexto ano) de 45%, um Valor Atual Líquido (VAL) de 293.670€, um *Payback* de 4 anos e um *Break-Even* de 3 anos. O plano de negócio ganhou o 1º lugar do Programa de Promoção do Empreendedorismo do Politécnico do Porto (PPEPP), em Julho de 2018.

### ***Palavras-Chave***

Indústria 4.0, Monitorização de máquinas, *beacon*, BLE, Monitorização remota, baixo custo, PME`s, b-Remote, Plano de negócio

## *Abstract*

The arrival of the industry 4.0 comes to endow the machines with a sensorial and communicational capacity, which allows monitoring and collecting large amounts of information. These data have an impact on planning, management and maintenance, enabling real-time feedback, improving efficiency, and developing predictive and process improvement models. The latest machines are ready to communicate with existing monitoring systems, but many have not yet. They need electrical changes and / or software and specialized interventions. Another difficulty is related to the cost / profitability ratio, when the acquisition of a monitoring system is equated. Existing systems have many functionalities, however, the cost is proportional.

The objective of this work is to develop a system that meets the requirements of low cost, simplicity and flexibility, for the remote monitoring of productive equipment, in real time. The system will monitor the equipment in a simple and agile way, regardless of its sophistication, and the installation and manufacturing resources. In addition to the technical validation, it is also objective, to validate through a Business Plan, the creation of a new company for the commercialization of the new product.

A prototype of a system was developed and tested in laboratory and productive environment. The system consists of a sensor that transmits the wireless signal from the machine to a gateway that collects all existing signals. The gateway sends the information to a server and through a website, the user consults the current state of the machine, the stop history and some indicators. The results of the simulations validated the prototype of the system, with a point related to the communication between gateway and server to be improved in the future. The financial analysis model of the Business Plan was validated (moderate perspective) with an Internal Rate of Return (IRR) of 55,87%, a Return On Investment (ROI) (sixth year) of 45%, a Net Present Value (NPV) of 293.670 €, a Payback of 4 years and a Break-Even of 3 years. The Business Plan won the 1st place of the Program for Promotion of Entrepreneurship from the Polytechnic of Oporto (PPEPP), in July 2018.

***Keywords***

Industry 4.0, Machine Monitoring, Beacon, BLE, Remote Monitoring, Low Cost, PME`s,  
b-Remote, Business Plan





# Índice

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>I</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>III</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>V</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	<b>XVII</b>
<b>ACRÓNIMOS</b> .....	<b>XIX</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1.CONTEXTUALIZAÇÃO .....	1
1.2.OBJECTIVOS .....	1
1.3.METODOLOGIA .....	2
1.4.ESTRUTURA DO RELATÓRIO .....	3
<b>2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO</b> .....	<b>5</b>
2.1.INDÚSTRIA 4.0 .....	5
2.2.MONITORIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS PRODUTIVOS .....	9
2.3.ANÁLISE DAS SOLUÇÕES EXISTENTES NO MERCADO .....	14
2.3.1. <i>Soluções encontradas</i> .....	14
2.3.2. <i>Comparação das soluções encontradas</i> .....	21
2.4.MODELOS DE DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS .....	24
2.4.1. <i>Modelo (Booz, Allen, e Hamilton) BAH (1982)</i> .....	24
2.4.2. <i>Modelo Stage-Gate – Robert G. Cooper (1985)</i> .....	26
2.5.PLANO DE NEGÓCIO .....	29
2.5.1. <i>Modelo de Negócio</i> .....	29
2.5.2. <i>Modelo de análise financeira</i> .....	31
<b>3. PROJETO DO SISTEMA DE MONITORIZAÇÃO</b> .....	<b>35</b>
3.1.ANÁLISE DE REQUISITOS .....	35
3.2.PROPOSTA DE SISTEMA .....	38
3.2.1. <i>Arquitetura</i> .....	38
3.2.2. <i>Comunicação</i> .....	39
3.2.3. <i>Seleção do sensor</i> .....	45

3.2.4.	<i>Seleção da gateway e sua programação</i>	50
3.2.5.	<i>Programação do servidor e da página de internet</i>	52
3.2.6.	<i>Funcionamento da interface (página de internet)</i>	55
3.2.7.	<i>Comparação do b-Remote e requisitos</i>	59
<b>4.</b>	<b>SIMULAÇÃO DO PROTÓTIPO</b>	<b>61</b>
4.1.	ENSAIOS	61
4.2.	SIMULAÇÃO INICIAL	62
4.2.1.	<i>Descrição</i>	62
4.2.2.	<i>Apresentação de resultados</i>	62
4.3.	SIMULAÇÃO EM FÁBRICA	68
4.3.1.	<i>Descrição</i>	68
4.3.2.	<i>Apresentação de resultados</i>	71
<b>5.</b>	<b>PLANO DE NEGÓCIO</b>	<b>75</b>
5.1.	DESCRIÇÃO	75
5.2.	MODELO DE NEGÓCIO E DE ANÁLISE FINANCEIRA	76
5.3.	PARTICIPAÇÃO NO PPEPP	80
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS</b>	<b>81</b>
6.1.	CONCLUSÕES	81
6.2.	TRABALHOS FUTUROS	82
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>85</b>
	<b>ANEXO A. INQUÉRITO ONLINE <i>GOOGLE FORMS</i></b>	<b>90</b>
	<b>ANEXO B. FLUXOGRAMA DA APLICAÇÃO DA <i>GATEWAY</i></b>	<b>95</b>
	<b>ANEXO C. MODELO <i>CANVAS</i> DE OSTERWALDER DO B-REMOTE</b>	<b>97</b>
	<b>ANEXO D. PLANO SUCINTO DE NEGÓCIO DO B-REMOTE</b>	<b>99</b>
	<b>ANEXO E. MODELO DE ANÁLISE FINANCEIRA (MODERADO) DO B-REMOTE</b>	<b>110</b>
	<b>ANEXO F. MODELO DE ANÁLISE FINANCEIRA (OTIMISTA) DO B-REMOTE</b>	<b>119</b>

## *Índice de Figuras*

Figura 1 - As 4 revoluções industriais.	7
Figura 2 - Pilares tecnológicos da Indústria 4.0.	8
Figura 3 - Tipos de Monitorização e o seu objetivo.	10
Figura 4 - Esquema das componentes de cálculo do OEE.	11
Figura 5 – Os três tipos de manutenção existentes, em função da condição do equipamento e do tempo.	13
Figura 6 – Visualização do MDC Software da marca Predator.	15
Figura 7 – Visualização do estado e produção das máquinas no MDC-MAX.	15
Figura 8 – Visualização do <i>software</i> nos diversos dispositivos.	17
Figura 9 – Visualizações do sistema Leanworx Cloud nos diversos dispositivos.	18
Figura 10 – Visualização da ferramenta da GEBO, para melhoria da eficiência.	19
Figura 11 – Visualização do menu cockpit do <i>software</i> SMOB, da IFM electronic.	20
Figura 12 – Sistema de envio de sinais TC Mobile I/O X300 da Phoenix Contact.	21
Figura 13 – Sete passos do modelo BAH.	24
Figura 14 – Exemplo típico do modelo <i>Stage-Gate</i> .	27
Figura 15 – Quadro do modelo <i>canvas</i> de Osterwalder.	30
Figura 16 – Esquema da arquitetura do sistema de monitorização b-Remote.	39
Figura 17 – Esquema de funcionamento do envio de Anúncios dos sensores para a <i>gateway</i> .	43

Figura 18 – Demonstração do processo de comunicação entre transmissor e recetor.	44
Figura 19 – Esquema da comunicação entre G - <i>gateway</i> e R - <i>router</i> da fábrica.	45
Figura 20 – Alguns <i>beacons</i> que foram encontrados, com a alimentação elétrica por bateria.	46
Figura 21 – <i>Beacon</i> alimentado por fonte externa 24V DC.	47
Figura 22 – Alguns dos <i>beacons</i> que foram encontrados, alimentados via USB.	47
Figura 23 – <i>Beacon</i> utilizado no sistema. Alimentado por USB e com antena.	48
Figura 24 - Placa conversora de 24V DC para 5V DC (USB).	49
Figura 25 – Conversor 220 AC em 5V DC com portas USB, ligado a ficha com cabo.	50
Figura 26 - <i>Raspberry Pi 3 Model B</i> .	51
Figura 27 – Esquema do funcionamento da <i>gateway</i> . Receção de sinal do sensor, processamento da informação em <i>python</i> e envio da informação via <i>wi-fi</i> ou LAN para a Internet.	52
Figura 28 – Esquema do conjunto servidor e página de internet. Envio da informação da base de dados para o servidor e posterior carregamento da página.	53
Figura 29 - Base de dados do sistema b-Remote.	53
Figura 30 – Fluxograma do código para o registo na base de dados, de uma alteração de estado de um <i>beacon</i> , enviada pela <i>gateway</i> .	54
Figura 31 – Página de internet do b-Remote.	55
Figura 32 – Menu principal.	56
Figura 33 – Menu da máquina.	56
Figura 34 – Menu de histórico da máquina.	57
Figura 35 – Menu de gestão de justificações de paragem.	58

Figura 36 – Menu de gestão.	58
Figura 37 – Esquema da configuração 1.	63
Figura 38 – Esquema da configuração 2.	64
Figura 39 – Esquema da configuração 3.	65
Figura 40 – Esquema da configuração 4.	66
Figura 41 – Esquema da segunda fase da simulação. Verificação do alcance do sinal do beacon em campo aberto.	67
Figura 42 – Resultados da simulação para verificação do alcance do sinal do <i>beacon</i> em campo aberto.	67
Figura 43 – Momento em que é alimentado o sensor e enviado o sinal para a <i>gateway</i> .	69
Figura 44 – Esquema da ligação elétrica efetuada na máquina.	70
Figura 45 – Sensor aplicado na porta da máquina e alimentado pelo contator “KA6”.	70
Figura 46 – Registo de paragens da máquina entre as 16 e as 17h.	71
Figura A.1 – Resposta à pergunta nº1 do questionário.	91
Figura A.2 – Resposta à pergunta nº2 do questionário.	92
Figura A.3 – Resposta à pergunta nº3 do questionário.	92
Figura A.4 – Gráfico com a resposta à pergunta nº4 do questionário.	93
Figura A.5 – Resposta à pergunta nº5 do questionário.	93
Figura B.1 – Fluxograma da aplicação da <i>gateway</i> .	96
Figura C.1 – Modelo canvas de <i>Osterwalder</i> , relativo ao b-Remote.	98
Figura E.1 – Pressupostos gerais.	111
Figura E.2 – Vendas e prestações de serviços.	112

Figura E.3 – Total do volume de negócios	112
Figura E.4 – Custo das mercadorias vendidas e matérias consumidas.	112
Figura E.5 – Fornecimentos e serviços externos - parte 1.	113
Figura E.6 – Fornecimentos e serviços externos - parte 2.	113
Figura E.7 – Resumo dos gastos com pessoal.	113
Figura E.8 – Investimento em fundo de maneiio.	114
Figura E.9 – Depreciações e amortizações acumuladas. Valores do balanço.	114
Figura E.10 – Tabela do financiamento - parte 1	114
Figura E.11 – Tabela do financiamento - parte 2	115
Figura E.12 – Ponto crítico operacional previsional	115
Figura E.13 – Demonstração de resultados previsional.	115
Figura E.14 – Mapa de <i>Cash flows</i> operacionais.	116
Figura E.15 – Plano de financiamento.	116
Figura E.16 – Balanço previsional.	117
Figura E.17 – Capitais próprios e passivo.	117
Figura E.18 – Principais indicadores - parte 1.	118
Figura E.19 – Principais indicadores - parte 2.	118
Figura F.1 – Pressupostos gerais.	120
Figura F.2 – Vendas e prestações de serviços.	121
Figura F.3 – Total do volume de negócios	121
Figura F.4 – Custo das mercadorias vendidas e matérias consumidas.	121

Figura F.5 – Fornecimentos e serviços externos.	122
Figura F.6 – Resumo dos gastos com pessoal.	122
Figura F.7 – Investimento em fundo de maneiio.	123
Figura F.8 – Depreciações e amortizações acumuladas. Valores do balanço.	123
Figura F.9 – Tabela do financiamento - parte 1	123
Figura F.10 – Tabela do financiamento - parte 2	124
Figura F.11 – Ponto crítico operacional previsual	124
Figura F.12 – Demonstração de resultados previsual.	124
Figura F.13 – Mapa de <i>Cash flows</i> operacionais.	125
Figura F.14 – Plano de financiamento.	125
Figura F.15 – Balanço previsual.	126
Figura F.16 – Capitais próprios e passivo.	126
Figura F.17 – Principais indicadores - parte 1.	127
Figura F.18 – Principais indicadores - parte 2.	127



## *Índice de Tabelas*

Tabela 1 – Comparação dos sistemas de monitorização apresentados, relativamente aos requisitos dos utilizadores do sistema Mori Net.	22
Tabela 2 – Comparação dos sistemas de monitorização apresentados segundo a sua presença em Portugal.	23
Tabela 3 - Comparação entre bluetooth clássico, wi-fi e BLE.	42
Tabela 4 – Comparação entre os <i>beacons</i> BLE, alimentados a bateria, terminais e USB.	48
Tabela 5 – Comparação do b-Remote, relativamente aos requisitos dos utilizadores do sistema Mori Net.	59
Tabela 6 – Verificação do b-Remote em função dos requisitos estabelecidos para o seu desenvolvimento.	59
Tabela 7 - Resultados da configuração 2.	64
Tabela 8 - Resultados da configuração 4.	66
Tabela 9 – Resultados das diferentes configurações.	68
Tabela 10 – Resumo de 2 simulações, durante 5 dias, na fábrica da Sopais.	72
Tabela 11 – Vantagens e desvantagens da análise SWOT do b-Remote.	77
Tabela 12 - Oportunidades e ameaças da análise SWOT do b-Remote.	78
Tabela 13 – Produtos, preço e canais de distribuição e venda do b-Remote.	79
Tabela 14 – Indicadores e dados para avaliação do investimento no b-Remote.	79



## *Acrónimos*

BAH	–	Booz, Allen e Hamilton
BLE	–	Bluetooth Low Energy
CBM	–	Condition Based Maintenance
CBS	–	Cyber-Physical System
CNC	–	Computer Numeric Control
CSS	–	Cascading Style Sheets
DNP	–	Desenvolvimento de Novo Produto
EIT	–	Efficiency Improvement Tool
ERP	–	Enterprise Resource Planner
FHSS	–	Frequency Hopping Spread Spectrum
GAP	–	Generic Access Profile
GFSK	–	Gaussian Frequency-shift Keying
GSM	–	Global System for Mobile Communications
HTML	–	Hypertext Markup Language
IIoT	–	Industrial Internet of Things
IoT	–	Internet of Things
IR	–	Índice de Rentabilidade
ISM	–	Industrial, Scientific and Medical radio bands

- LAN – Local Area Network
- ODP – Open Data Protocol
- OEE – Overall Equipment Effectiveness
- PPEPP – Programa de Promoção do Empreendedorismo do Politécnico do Porto
- PAN – Personal Area Network
- PLC – Programmable Logic Controller
- PME – Pequenas e Médias Empresas
- RF – Rádio-Frequência
- ROI – Return on Investment
- SGBD – Sistema de Gestão de Base de Dados
- SIM – Subscriber Identity Module
- SMOB – SmartObserver
- TIR – Taxa Interna de Rentabilidade
- TMR – Taxa Média de Rentabilidade
- URL – Uniform Resource Location
- USB – Universal Serial Bus
- UUID – Universally Unique Identifier
- WEF – World Economic Forum
- VAL – Valor Atual Líquido





# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A motivação deste projeto advém da necessidade que os gestores de processos produtivos têm de uma informação precisa sobre o estado de funcionamento dos equipamentos. Uma informação que lhes permita conhecer e auxiliar na tomada de decisão. Os equipamentos produtivos têm evoluído ao longo dos anos. As suas performances são cada vez melhores, as suas capacidades aumentaram com o advento da Indústria 4.0 e tendem a necessitar cada vez menos da intervenção humana. É impossível aos gestores tomarem boas decisões sem as informações e as ferramentas de análise corretas.

Apesar da evolução e da disseminação da Indústria 4.0, a grande maioria das empresas em Portugal são Pequenas e Médias Empresas (PME's). Estas empresas têm parques de máquinas distantes da modernidade de uma quarta revolução industrial e com falta de dimensão para justificar o investimento em sistemas complexos de monitorização. Esta conjectura motiva o desenvolvimento de um sistema de monitorização que se enquadre nas necessidades das empresas descritas.

## 1.2. OBJECTIVOS

Este trabalho tem dois principais objetivos:

- O primeiro objectivo é o desenvolvimento de um novo sistema de monitorização de máquinas, que satisfaça as necessidades dos gestores de processos produtivos de

PME's. Conhecer o estado de funcionamento das máquinas de forma remota e em tempo real, com uma relação de custo/proveito que seja apelativa e com instalação e utilização simples e flexível.

- O segundo objetivo é a realização de um Plano de negócio, com vista à validação da comercialização do produto por uma nova empresa.

### **1.3. METODOLOGIA**

Para o desenvolvimento do sistema, foi necessário realizar estudos de cariz exploratório para obter informação sobre o mercado, conhecendo as soluções existentes e os problemas e necessidades deste. Segundo Gil (2002), a metodologia exploratória tem precisamente o objetivo de nos dar a conhecer melhor o problema, no sentido de facilitar a nossa compreensão e a formulação de hipóteses.

Os estudos exploratórios envolvem uma consulta bibliográfica e a realização de entrevistas ou inquéritos a pessoas que tenham conhecimento do problema, ou que o tenham vivenciado (Gil 2008). Neste projeto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica para conhecimento dos temas abordados e foram pesquisadas soluções existentes no mercado, com o objetivo de conhecer as suas funcionalidades, se satisfazem todas as necessidades dos seus utilizadores/clientes e se são apelativas para estes. Com o objetivo de conhecer quais as necessidades dos utilizadores/clientes, foi realizado um inquérito (anexo A) a um grupo de 13 colaboradores de empresas que reuniam as características de interesse e a representatividade para o âmbito da pesquisa. Os resultados do inquérito revelaram que 84,6% dos inquiridos têm máquinas não monitorizadas, ou não utilizam monitorização, mas gostariam de o fazer. Segundo este inquérito, os principais fatores para ainda não o terem feito são, o custo dos sistemas existentes e a sua complexidade de instalação e necessidade de realizar alterações nos programas das suas máquinas.

Segundo Collado, Sampieri et al. (2013), as pesquisas exploratórias também são realizadas quando os estudos anteriores apresentam temas não pesquisados e ideias por explorar ou dúvidas por esclarecer. Resumindo, se for desejado explorar uma nova abordagem / perspectiva, que irá acrescentar conhecimento ao tema em estudo. Ainda segundo Theodorson and Theodorson (1969), o estudo exploratório (utilizando várias técnicas) permite ao investigador definir o problema sobre o qual está a pesquisar e formular as suas

hipóteses de forma mais precisa. Isto permite-lhe utilizar as técnicas mais adequadas na sua pesquisa, decidindo quais as questões que necessitam de maior atenção e uma investigação mais detalhada, podendo ainda alertar para áreas de resistência e potenciais dificuldades.

Com os dados até aqui obtidos, na consulta bibliográfica, na pesquisa de mercado e no inquérito, foi possível determinar os objetivos, requisitos e a arquitetura de uma solução de monitorização que respondesse às necessidades identificadas. Os estudos exploratórios permitiram encaminhar a futura investigação e desenvolvimento para objetivos concretos. Foi formulada uma nova hipótese, fundamentada pelos estudos efetuados, para a aplicação da tecnologia de comunicação *Bluetooth Low Energy* (BLE) em ambiente Industrial, para a monitorização de máquinas.

#### **1.4. ESTRUTURA DO RELATÓRIO**

A parte restante deste relatório está organizada da seguinte forma:

- No 2º capítulo é efetuado um enquadramento teórico, sobre os temas essenciais ao desenvolvimento do projeto e à realização das análises necessárias.
- O capítulo 3 contém a apresentação da solução criada, assim como todo o processo de desenvolvimento e implementação de cada uma das partes constituintes.
- No 4º capítulo são descritas as simulações realizadas para validar tecnicamente a solução, são apresentados os resultados obtidos e é descrito os problemas que surgiram e que resultaram em pequenos ajustes e novos testes.
- Depois da avaliação técnica da solução e de acordo com os objetivos, no capítulo 5 é descrita a realização do plano de negócio, com referência à participação no Programa de Promoção do Empreendedorismo do Politécnico do Porto (PPEPP).
- O 6º e último capítulo contém as conclusões finais sobre o trabalho, assim como, as melhorias futuras que podem ser implementadas.



## 2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

### 2.1. INDÚSTRIA 4.0

Atualmente, as empresas têm uma pressão contínua para reduzir custos operacionais e melhorar a sua performance. Embora de uma forma geral, sejam usadas metodologias e técnicas que visam otimizar processos e custos de produção, novos métodos e soluções são procuradas e estão continuamente a surgir (Constantinescu, Francalanza et al. 2014). As soluções existentes fornecem aos intervenientes na indústria, grandes quantidades de dados para serem armazenados e processados, para posterior planeamento e decisão. Com a chegada da Indústria 4.0, vieram novos sensores inteligentes, com sistemas integrados, que permitem uma monitorização constante e uma comunicação contínua de informação que até aqui não era acessível. Estes sensores tornaram as máquinas mais independentes e inteligentes, pois permitem ao sistema de controlo da máquina tomar decisões, sem intervenção humana. Desta forma, atualmente, o sensor pode comunicar que tem uma falha que o impede de cumprir a sua função e assim evitar a ocorrência de qualquer problema na máquina. Assim que existe algum problema no sensor, este é reportado em tempo real ao controlador e este por sua vez pode tomar medidas temporárias ou definitivas tais como,

avisar o departamento de manutenção de que necessita de substituição (Constantinescu, Francalanza et al. 2014).

Um longo percurso foi percorrido até chegarmos à Indústria 4.0. Entre 1760 e 1830, iniciou-se na Grã-Bretanha o período que é conhecido por Primeira Revolução Industrial, em que se observou uma transição do trabalho artesanal para a utilização das primeiras máquinas. Com a utilização de novos materiais tais como o ferro e cimento, e fontes de energia como carvão e vapor, deu a conhecer à sociedade a máquina e a locomotiva a vapor, revolucionando áreas como o têxtil, químicos, transporte e agricultura. Em finais do século XIX e início do XX, ocorre a Segunda Revolução Industrial. O aço surge como nova matéria-prima e o uso de novas fontes de energia como a eletricidade e o petróleo, abrem novas oportunidades na indústria e aparece a produção em massa e as primeiras linhas de montagem. Com esta revolução aparece o primeiro automóvel e avião, e avanços na indústria química com os produtos derivados do petróleo. Na segunda metade do século XX, iniciou-se a Terceira Revolução Industrial e com ela a era digital. Surgiram os semicondutores, os computadores e a internet. Na indústria, o analógico dá lugar ao digital e surgem os *Programmable Logic Controllers* (PLC's) e a automação. A era digital trouxe os primeiros softwares de monitorização e gestão industrial. Conforme refere (Rifkin 2011), uma mudança económica significativa ocorre quando se concilia uma nova tecnologia de comunicação, com novas fontes energéticas. Desta forma, esta revolução (a quarta) prima pela procura de novas fontes de energia, para reduzir a dependência dos combustíveis fósseis, e por um infindável número de oportunidades, a nível de comunicação, que a internet e a digitalização permitiram.

No seguimento da evolução na era digital e no aparecimento e utilização de novas vias de comunicação, estamos a presenciar o início de uma Quarta Revolução Industrial. Mais rápida do que as anteriores, esta revolução terá um impacto enorme em todos os tipos de indústria e em todas as suas áreas, desde o ambiente de produção, ao transporte, logística e gestão, que irão sofrer alterações de fundo. Esta revolução é única pois tem por base o poder da informação, através da conexão entre várias pessoas e sistemas em diferentes locais, que acedem e comunicam com uma rapidez e quantidade de dados sem precedentes. As tecnologias já existentes e outras em ascensão em áreas como a inteligência artificial, robótica, impressão 3d, computação quântica, veículos autónomos e internet das coisas,

*Internet of things* (IoT), irão aumentar o impacto e a mudança que a quarta revolução industrial terá na economia e sociedade (Schwab 2018).

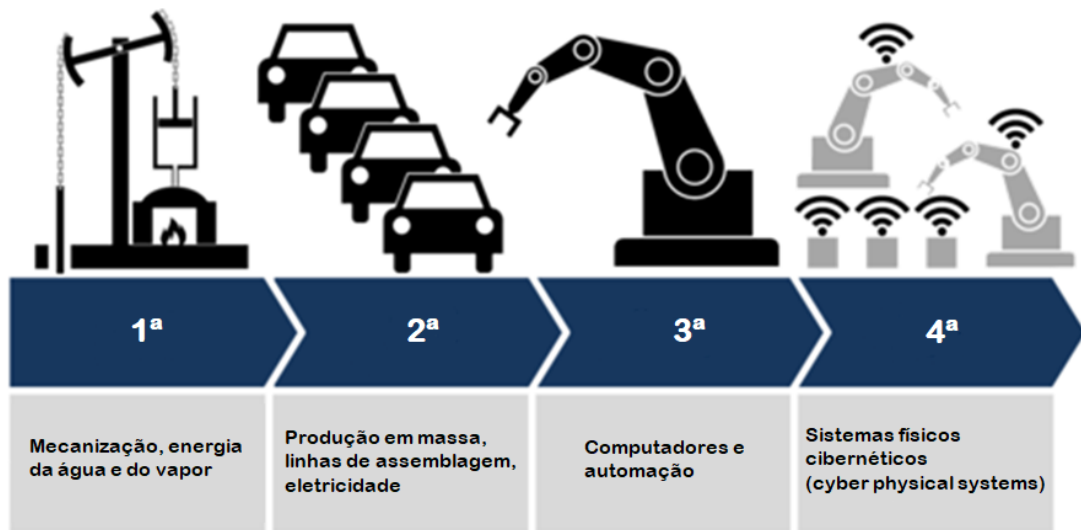


Figura 1 - As 4 revoluções industriais. (Original traduzido para português) (Marr 2016)

No meio industrial, um dos termos mais associados a esta revolução é o de “*Industrie 4.0*” - Indústria 4.0. Este termo, criado por três engenheiros alemães, Henning Kagermann, Wolfgang Wahlster e Wolf-Dieter Lukas, foi utilizado pela primeira vez numa conferência durante a exposição industrial de Hannover, em 2011. Desde essa altura, o termo tem vindo a ganhar relevo e projeção, e tem sido discutido de que forma e qual o impacto que a Indústria 4.0 terá no quotidiano, principalmente no trabalho (Pfeiffer 2017). Embora tenha começado na Alemanha, o tema tem sido debatido um pouco por toda a parte, atingindo o auge em 2016, no Fórum Económico Mundial - *World Economic Forum* (WEF), onde foi um dos principais temas abordados (Chantanayingyong 2015).

A indústria 4.0 tem por bases essenciais os *Cyber Physical Systems* (CBS) e o *Industrial Internet of Things* (IIoT). O primeiro refere-se à integração de computação com processos físicos. São sistemas que reúnem o máximo possível de informação fornecida pelos diversos componentes físicos, comunicando entre si. Com o IIoT temos sensores e atuadores, com microprocessadores e interfaces de comunicação, que facultam informação de estado e condição, e que permitem a sua consulta e controlo remotamente (Lee and Seshia 2016). Essa interligação permite saber o exato ponto em que se encontra a produção e, seguindo a permissa de modularidade do 4.0, permite alterar rapidamente o processo produtivo, ajustando-se o fabrico de acordo com as necessidades, em tempo real. Desde

uma linha de produção até ao último ponto das cadeias de distribuição e consumo, tudo está interligado. A partilha de informação a vários níveis (produção, logística e gestão) é utilizada para que um pedido novo ou a alteração a um em fase de produção seja efetuado de forma autónoma (Chantanayingyong 2015).

Toda esta informação que flui é também útil não apenas na flexibilidade produtiva, mas também na eficiência. A monitorização do estado e condição das máquinas, permite obter dados concretos de funcionamento, antecipar problemas, realizar uma manutenção efetiva e eficiente, com impacto nas componentes financeira, planeamento e gestão.

A grande quantidade de informação já disponível, em conjunto com a digitalização global de máquinas, sensores e atuadores, transforma as fábricas em fábricas digitais. Os responsáveis pelas tomadas de decisão, que são confrontados com diversas hipóteses e condicionantes, devem interpretar e decidir em tempo útil, encontrando a solução mais eficiente e assertiva. Áreas como a gestão fabril, logística, manutenção, atividade produtiva e planeamento, estão constantemente a fornecer dados e a necessitar de decisões. A chegada da Indústria 4.0, vem aumentar a informação disponível, tornando cada vez mais difícil o trabalho do decisor, pois as próprias capacidades de procura e processamento do cérebro humano são ultrapassadas (Tseng, Kwon et al. 2006).



Figura 2 - Pilares tecnológicos da Indústria 4.0. (Imagem obtida em (Santana 2018))

Neste enquadramento é essencial que exista uma análise e seleção precisa da informação que é apresentada a quem decide, o que nos trás o “*Data Mining*” à indústria. Este, consiste na procura de relações e comportamentos que permitam a organização dos dados e a criação de algoritmos e modelos preditivos (Tseng, Kwon et al. 2006). Este trabalho terá de ser efetuado numa fase inicial por pessoas especializadas em conjunto com sistemas virtuais que armazenam e processam essa informação. Sendo posteriormente efetuado autonomamente por esses sistemas criados e melhorados por especialistas. Os sistemas como *Enterprise Resource Planner* (ERP) terão grande importância no auxílio ao decisor, que apenas deverá ser consultado para tomar decisões importantes ou conclusivas, devendo ser fornecida apenas a informação essencial para aquela decisão concreta, evitando-se um excesso de informação e uso ineficiente de tempo e recursos (Constantinescu, Francalanza et al. 2014).

## **2.2. MONITORIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS PRODUTIVOS**

Atualmente, existe uma grande exigência e competitividade no mercado. É essencial reduzir os tempos de paragem das máquinas, mantendo-as em produção com altos níveis de eficiência. Decisões têm de ser tomadas num curto espaço de tempo e esse nunca foi tão reduzido. Para atingir estes objetivos necessita-se saber quando e como intervir na máquina, em termos de manutenção e planeamento, e encontrar soluções para redução das paragens existentes. É neste âmbito que é essencial monitorizar e recolher dados em tempo real das máquinas (Mourtzis, Doukas et al. 2014), (Bandinelli and Tucci 2004).

A recolha de dados e sua inserção manual no sistema, por parte de operadores, está sujeita a equívocos e a lacunas temporais. Na maior parte das situações a recolha e atualização é efetuada de forma periódica, não havendo quaisquer garantias que se monitorizou todos os eventos, ocorrendo perda de informação que pode ser muito importante. Esta forma de monitorizar, é habitualmente aplicada em máquinas com importância reduzida, onde é muitas vezes feita uma verificação periódica de determinados indicadores, com a finalidade de detetar o início de problemas na máquina. Por exemplo, monitorizar a pressão, ou vibração, com detetores externos e móveis (GV 2017), (De Silva 2005).

Na indústria 4.0, temos sensores que recolhem grandes quantidades de dados, para posterior processamento, ou utilização em tempo real para controlo de atuadores e comunicação com outros processos. Quer seja a nível local, na máquina ou controlador, ou

quer seja um *software* que analisa estes dados armazenados numa base de dados, é essencial que eles sejam recolhidos em tempo real, de forma contínua, para que a informação tenha a maior precisão possível. A monitorização realizada de forma contínua, é essencial em máquinas críticas, onde o custo dos tempos não produtivos e das avarias é bastante elevado. A existência de *software* dedicado a uma monitorização contínua e a uma pré-análise dos dados recolhidos, permite auxiliar os responsáveis da produção e manutenção, no reajuste do planeamento, adaptando-o à situação real, na redução das paragens e na antecipação de falhas críticas. Desta forma, é melhorada a eficiência global e o tempo de vida útil do equipamento (GV 2017), (OSISOFT 2018), (Mourtzis, Doukas et al. 2014), (De Silva 2005).

Os dados de qualquer máquina podem e deveriam ser monitorizados. Essa monitorização pode ser contínua ou periódica, tendo como objetivo verificar o estado de funcionamento atual de uma máquina, e também, a condição de funcionamento. Uma monitorização de estado verifica o tempo que a máquina está em funcionamento ou parada, essencialmente, a disponibilidade da máquina. Permite identificar as paragens para sua posterior justificação e saber dados relativos à quantidade e qualidade da produção, obtendo-se, a eficiência.



Figura 3 - Tipos de Monitorização e o seu objetivo.

A eficiência é denominada e quantificada habitualmente na indústria, através do acrónimo inglês de Eficiência Global do Equipamento - *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Este representa a quantidade de produção realmente útil e quantifica o desperdício. Consiste na relação entre o tempo disponível e o tempo em funcionamento, multiplicado

pela relação entre a quantidade de produção prevista e a efetuada, e multiplicado pela relação entre a produção efetuada e os produtos efetivamente em boas condições. É um indicador que reflete as três principais origens de perdas dos equipamentos produtivos:

- Perdas por paragens não planeadas (Disponibilidade);
- Perdas devido ao equipamento não estar a funcionar à cadência nominal (Performance);
- Perdas por produtos que não cumprem as especificações (Qualidade);

De acordo com Nakajima (1988), tendo por base as três origens de perdas anteriores, as seis principais perdas dos equipamentos são:

- Falha/avaria;
- Mudanças, ajustes/afinações e outras paragens;
- Esperas, pequenas paragens devido a outras etapas do processo e trabalho em vazio;
- Redução de cadência relativamente à nominal;
- Falta de qualidade do produto, originando retrabalhos;
- Perdas no arranque e mudanças de produto;

Nestas seis principais causas de paragens, não devem ser consideradas:

- Tempos de refeição e paragens obrigatórias, manutenções programadas, formação, reuniões e testes de produção;
- Ausência de programa de produção;

O OEE é constituído por três componentes, as quais estão demonstradas na figura 4.



Figura 4 - Esquema das componentes de cálculo do OEE.

O OEE representa três métricas de avaliação da eficiência de uma máquina, a disponibilidade, a performance e a qualidade. A monitorização de estado fornece-nos as três. Através da verificação do estado de funcionamento, se parada ou em marcha, determina-se a disponibilidade.

$$D = \frac{TPP - TPNP}{TPP} \quad (2.1)$$

D – Disponibilidade; TPP - Tempo de produção planeado (tempo de produção disponível – paragens programadas); TPNP - Tempo de paragens não planeadas

Analisando a produção realmente efetuada, em relação à esperada no tempo disponível, a um funcionamento em velocidade nominal, temos a performance.

$$P = \frac{UP}{UE} \quad (2.2)$$

P – Performance; UP - Unidades produzidas; UE - Unidades esperadas tendo em consideração o tempo disponível (TPP-TPNP) é a velocidade nominal da máquina.

Por último, relacionando a produção efetuada, com a que realmente passou nos testes e verificações de qualidade, temos a qualidade da produção (GV 2017), (Venkatesh 2007), (Ávila 2017).

$$Q = \frac{UP - UR}{UR} \quad (2.3)$$

Q – Qualidade; UP - Unidades produzidas; UR - Unidades rejeitadas

A monitorização de estado pode ser efetuada de forma contínua, com um sistema dedicado, ou periodicamente, como por exemplo a inserção manual de leituras por um operador. Os dados fornecidos pela monitorização de estado, irão ser essenciais no auxílio aos responsáveis pelo planeamento e melhoria, na procura pelo aumento da eficiência dos equipamentos e da produção e na redução do desperdício e conseqüente redução de custos (Mourtzis, Doukas et al. 2014). Por exemplo, uma máquina com um baixo OEE irá ficar em destaque se comparada com as restantes. Nessa altura será possível verificar e encontrar as causas desse resultado. A monitorização neste caso permite registrar e saber o porquê e dessa forma solucionar os problemas e melhorar o OEE da máquina.

A monitorização da condição, fornece dados essenciais para uma manutenção correta e eficiente, permitindo evitar a degradação da máquina e antecipar falhas críticas, antes que

estas ocorram. Características físicas como a temperatura, pressão, ruído e principalmente a vibração, são as mais importantes de monitorizar. Conhecendo em tempo real a condição de funcionamento da máquina, evita-se paragens desnecessárias para manutenção, assim como, a substituição de peças que ainda reúnem condições para mais horas de trabalho. Esta informação permite criar modelos preditivos e otimizar a manutenção, reduzindo tempos de paragem nas máquinas, assim como custos com peças de substituição. Por outro lado, um controlo contínuo destes dados, permite determinar alarmes de aviso, para que seja efetuada a manutenção, antes de se chegar a uma falha definitiva, com todos os prejuízos materiais e temporais resultantes (GV 2017), (Wang 2008).

Podem ser considerados três grandes tipos de manutenção, a reativa (em inglês “*Run-to-failure*”), a preventiva / programada e a preditiva. Estes três tipos de manutenção aplicam-se em diversas situações. Cada um tem as suas vantagens e desvantagens, consoante a máquina onde está a ser utilizado e o seu grau de importância.

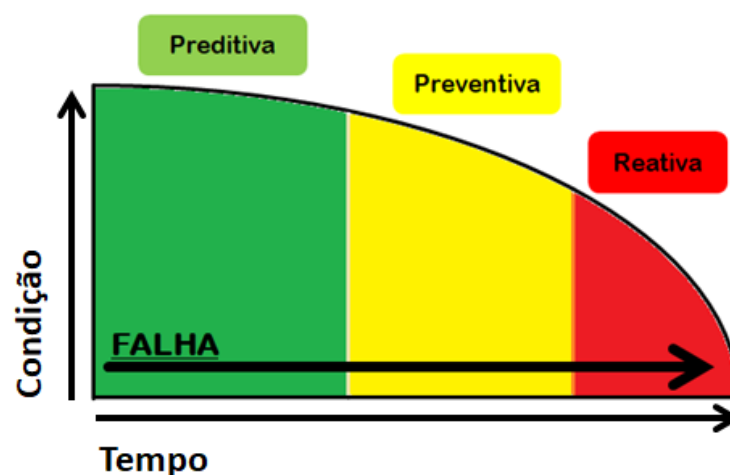


Figura 5 – Os três tipos de manutenção existentes, em função da condição do equipamento e do tempo. Adaptado do original (SSPreditiva 2018)

Na manutenção reativa, a máquina ou componente trabalha até que ocorra uma falha catastrófica ou definitiva. Apenas nessa altura um técnico irá intervir para reparar a falha.

A manutenção preventiva consiste na verificação periódica do estado da máquina e na reparação ou substituição de determinados componentes. A manutenção preventiva é programada e efetuada ciclicamente, permitindo contabilizar estes períodos no planeamento da produção (De Silva 2005), (Heston 2015), (OSISOFT 2018).

A manutenção preditiva, é também conhecida por *Condition Based Maintenance* (CBM). Neste tipo de manutenção, é usada a monitorização da condição das máquinas. O conhecimento atual da condição, permite otimizar o planeamento da manutenção, reduzindo tempos de paragens e alcançando-se o máximo de tempo possível de produção. Aplica-se em casos de máquinas críticas para a produção, com tempos de paragem e custos elevados. Também se aplica onde as falhas podem ser perigosas para a máquina e área envolvente. As organizações que pratiquem este tipo de manutenção, têm de estar dispostas a investir em sistemas de monitorização e ter capacidade para suportar os custos (De Silva 2005), (OSISOFT 2018).

A conjugação dos dados obtidos pela monitorização em tempo real, do funcionamento e condição de uma máquina, possibilita uma adaptação rápida do planeamento produtivo, às circunstâncias atuais da máquina. Em plano de fundo, uma análise desses dados, resulta em planeamentos mais precisos e otimizados no futuro (Mourtzis, Doukas et al. 2014).

Existem atualmente sistemas e *softwares* capazes de monitorizar e gerir todos estes dados, funcionando como suporte ao planeamento e otimização, da produção e manutenção. Contudo, a grande maioria destes sistemas, devido à sua elevada quantidade de funcionalidades, são complexos e requerem uma instalação e configuração especializada. A sua administração e manutenção pode necessitar de um ou vários colaboradores dedicados. Por estes motivos, os custos e meios necessários para a instalação e manutenção destes sistemas, podem ser demasiado altos para a dimensão de determinadas empresas. A dimensão destas, pode ainda ser insuficiente para que se retire total proveito destes sistemas, não sendo obtida uma boa relação custo/benefício (Stock, Stöhr et al. 2014).

## **2.3. ANÁLISE DAS SOLUÇÕES EXISTENTES NO MERCADO**

### **2.3.1. SOLUÇÕES ENCONTRADAS**

De forma geral os parques de máquinas de hoje têm diversos tipos de máquinas, com funcionamento e protocolos de comunicação diferentes. Algumas podem ser obsoletas e não terem ainda um PLC. Encontrar um sistema que monitorize o parque de máquinas nestas condições, torna-se uma tarefa complicada (Edrington, Zhao et al. 2014). Para as empresas com maior capacidade financeira e um parque mais moderno, não faltam soluções, já para as empresas de menores dimensões e com parques mais simples ou obsoletos, é difícil encontrar uma solução que não só satisfaça as suas necessidades, mas

também que lhes permita ter a capacidade de adquirir, instalar e utilizar. Neste seguimento, foi efetuada uma pesquisa no mercado por sistemas de monitorização, desde os mais simples aos complexos, dos mais orientados a um tipo de máquina, aos mais flexíveis. Segue-se uma descrição dos que foram encontrados, representando apenas alguns dos existentes, e das suas características que foram consideradas mais importantes:

- Desses, os mais completos são, o MDC Software da marca Predator (PredatorSoftware 2018) e o MDC MAX da CIMCO (CIMCO 2014).

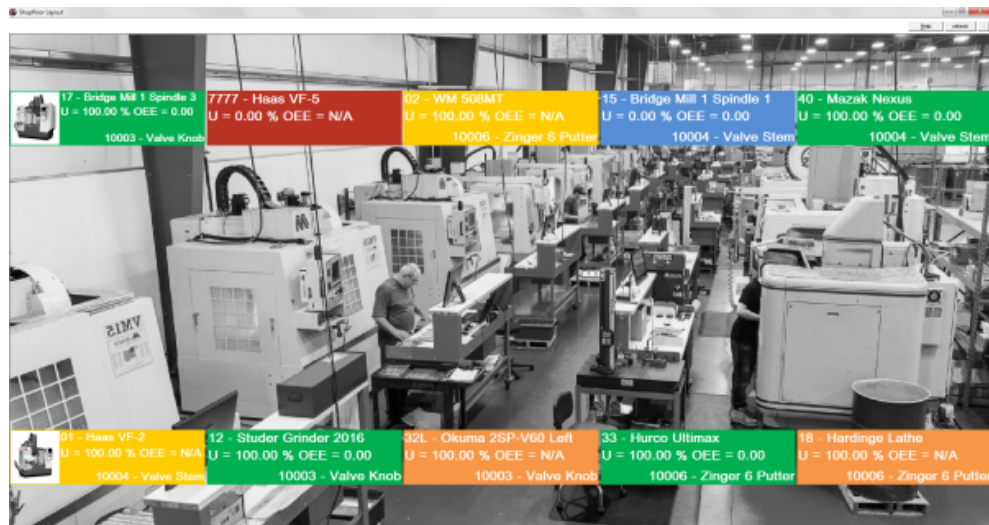


Figura 6 – Visualização do MDC Software da marca Predator. (PredatorSoftware 2018)



Figura 7 – Visualização do estado e produção das máquinas no MDC-MAX da CIMCO. (CIMCO 2014)

Estes sistemas estão fortemente difundidos no mercado mundial, quer por representação direta, ou com recurso a parceiros, sendo nomes bem conhecidos para quem tem máquinas *Computer Numeric Control* (CNC) ou de ferramenta. Recolhem os dados das máquinas, através de ligação série, *ethernet* ou sinal digital, dependendo do tipo de máquina. Se a máquina permitir e tiver um dos seguintes protocolos: FOCAS, M-Net, MTConnect, OPC UA, DNC Opt#18, entre outros, basta a conexão do cabo *ethernet*. Estão preparados para quase todos os fabricantes de máquinas CNC do mercado. Se a máquina não permitir uma das conexões anteriores, é utilizada uma *gateway* ligada por conexão série RS232 à máquina e/ou com entradas para sinais digitais e analógicos. Estes sinais podem ser de contadores e informação da máquina, fornecida por relés, ou diretamente por um PLC se este existir. Posteriormente a *gateway* irá enviar toda a informação para a rede, via *wireless* ou cabo. Fornecem uma grande quantidade de dados, permitindo uma monitorização completa. A informação na sua grande maioria é recolhida automaticamente, havendo uma pequena parte que é inserida pelo operador, pois trata-se de eventos do operador (PredatorSoftware 2018), (CIMCO 2014).

Pela sua complexidade requerem uma integração efetuada por técnicos especializados, podendo ser da própria marca, ou do cliente, se este tiver algum colaborador com estas competências. O custo destes sistemas é variável consoante o número de máquinas a controlar, o recurso ou não à instalação e integração pelo fornecedor, entre outras variáveis. Contudo, os dados que foram recolhidos, indicam que são sistemas cujos orçamentos para várias máquinas ascendem a vários milhares de euros (PredatorSoftware 2018), (NexasNetworksOnline 2018).

São orientados para CNC's, podendo ainda assim, integrar Robots e PLC's de outro tipo de máquinas na sua monitorização. Pela sua complexidade e custo, estão fora do alcance de várias empresas. Inclusive, essas mesmas empresas não iriam retirar proveito de toda a capacidade destes, obtendo um tempo elevado para retorno do investimento.

- Foram encontrados outros sistemas também bastante completos, mas menos difundidos e conhecidos no mercado nacional. O primeiro é o *software* MachineMetrics da marca com o mesmo nome (MachineMetrics 2016).



Figura 8 – Visualização do *software* nos diversos dispositivos. (MachineMetrics 2016)

Este sistema estaria no mesmo grupo dos anteriores, mas difere na sua divulgação atual pelo mercado mundial. Com origem nos Estados Unidos, tem a maioria das suas aplicações nesse país, não tendo sido possível encontrar registos de aplicações fora, ainda que disponibilizem a hipótese de parcerias. Comunica e recolhe informação das máquinas através de conexão *ethernet*, utilizando os protocolos já referidos anteriormente nos outros sistemas. Este cabo é ligado à *gateway* que envia de forma segura a informação para a rede. Caso as máquinas não possuam um protocolo compatível, a integração no sistema é possível com a instalação de um PLC económico entre máquina e *gateway* da MachineMetrics. Para este efeito, um técnico especializado da marca, deverá deslocar-se ao local (MachineMetrics 2016).

Não foi encontrada referência à possibilidade de integrar entradas digitais e analógicas, sendo que estas possivelmente serão obtidas pelo PLC intermédio e o *hardware* necessário.

O segundo sistema chama-se Leanworx Cloud pertencente à empresa Leanworx Technologies (GV 2017).



Figura 9 – Visualizações do sistema Leanworx Cloud nos diversos dispositivos. (GV 2017)

Este sistema com origem na Índia, similar ao anterior, também tem as suas aplicações no país de origem. Não foi possível encontrar possibilidade de parcerias. Parece ser bastante completo e orientado a máquinas CNC, ainda que permita facilmente monitorizar outro tipo de máquinas através de sensores não intrusivos (GV 2017). Comunica e recolhe informação das máquinas utilizando dois métodos. O primeiro é a ligação *ethernet*, para a qual necessita da existência de PLC com porta *ethernet* e com Focas, OPC, MTConnect, entre outros já referidos, como protocolo de comunicação. O segundo método é a utilização de sensores não intrusivos e sem fios. Sensores que monitorizam o estado de relés e enviam a informação via rede móvel para o servidor (GV 2017). Caso não existam os relés necessários, instalam sensores adicionais, para obter a informação necessária (GV 2017). Não foi possível concluir se o envio da informação pela rede móvel era referente a um conjunto de sensores, ou se individual. Este dado tem influência no número de cartões SIM necessários.

Estes sistemas, apesar da sua orientação para máquinas CNC, permitem monitorizar qualquer tipo de máquina com os devidos sensores. Em ambos é evidente uma necessidade de integração especializada, ainda que o Leanworx Cloud, tenha uma opção com os sensores que comunicam via rede móvel, que parece possibilitar uma instalação fácil pelo próprio utilizador. Não foi possível obter valores quanto a custos dos sistemas. O facto de estarem atualmente focados nos seus mercados

internos, tornam estes dois sistemas potencialmente dispendiosos, para um possível interessado em Portugal. Sem uma noção de custos destes sistemas, não é possível determinar se a relação custo/benefício, seria interessante para grande parte do tecido empresarial de Portugal, mesmo que existisse um integrador parceiro no nosso país.

- Outras soluções completas reveladas pela pesquisa são, o *Efficiency Improvement Tool* (EIT) da GEBO, vocacionado para monitorização de estado das máquinas de uma linha e o *SmartObserver* (SMOB) da IFM, vocacionado para a monitorização da condição. Na vertente de monitorização da condição, apenas é demonstrada uma solução existente, pois o âmbito deste trabalho não é monitorizar condição de máquinas, ainda que este seja um tipo de monitorização que tem cada vez mais atenção por parte das empresas.

O EIT da GEBO, é um sistema proprietário da marca, dedicado principalmente para as linhas de fabrico e embalagem, com o objetivo de ser uma ferramenta de monitorização, que permite aumentar a eficiência e diminuir as perdas (GeboCermex 1996).



Figura 10 – Visualização da ferramenta da GEBO, para melhoria da eficiência.  
(GeboCermex 1996)

Comunica com máquinas que possuam um PLC e porta *ethernet* (GeboCermex 1996). Não existe informação relativamente à sua aplicação com máquinas sem PLC. Necessitará sempre de uma instalação e configuração, efetuada por um técnico especializado, com conhecimentos não só do sistema EIT, mas também de programação do PLC da máquina. Não foi possível obter informações relativamente ao custo do sistema.

O SMOB da IFM, é um sistema de monitorização da condição, especialmente a vibração, pressão, temperatura, nível e fluxo. Ainda que seja vocacionado para a condição, também pode incluir informação relativamente ao estado, como é visível na imagem (ifmelectronic 2016).

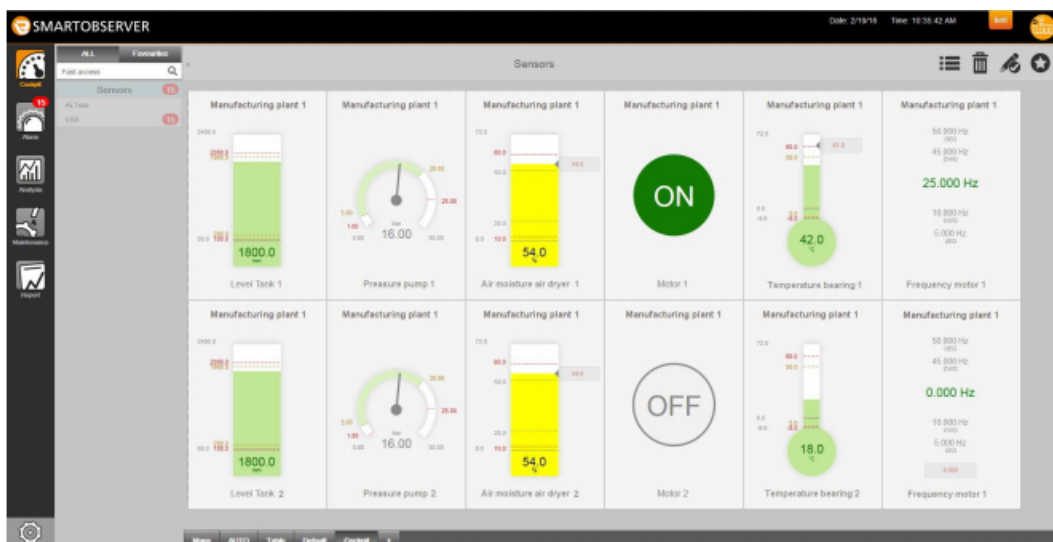


Figura 11 – Visualização do menu cockpit do *software* SMOB, da IFM electronic.  
(ifmelectronic 2016)

Contudo, o seu foco principal é ser uma ferramenta de auxílio na monitorização de indicadores da condição das máquinas e não de produtividade. Este sistema obtém a informação diretamente dos próprios sensores, que estão conectados a unidades de controlo que fazem um tratamento dos dados e posteriormente comunicam por *ethernet* com o servidor (ifmelectronic 2016). Não é possível determinar o custo deste sistema com exatidão, contudo, a informação existente mostra um conjunto inicial com um custo de 960€, que monitoriza 1 máquina e com 1 sensor de vibração (ifmelectronic 2016).

- O último resultado da pesquisa, é um sistema bastante simples, comparando com os anteriores. O TC Mobile da Phoenix Contact, é um sistema que consiste num módulo com entradas digitais e analógicas e saídas a relé. Com este módulo é possível controlar o estado de relés ou enviar a informação recebida, por exemplo, de um PLC, para o servidor (ElectricAutomationNetwork 2018).



Figura 12 – Sistema de envio de sinais TC Mobile I/O X300 da Phoenix Contact.  
(ElectricAutomationNetwork 2018)

O TC Mobile envia a informação para o servidor via *Global System for Mobile Communication (GSM)*, comunicando por *Open Data Protocol (ODP)*. Através de uma aplicação no telemóvel ou no *browser*, os utilizadores podem consultar a informação e configurar alarmes e notificações (PhoenixContact 2016). O custo do módulo varia consoante o local onde é adquirido, podendo ser encontrada a versão mais completa com alarmes e notificações, por cerca de 600€ (ElectricAutomationNetwork 2018). É possível utilizar este sistema em qualquer tipo de máquina, bastando saber onde obter o sinal pretendido. Este sistema pode ser aplicado pelo próprio utilizador, ou pode necessitar da alteração do software do PLC por alguém especializado (PhoenixContact 2016). O sistema é simples e de baixa complexidade, tendo muito menos funcionalidades que os apresentados anteriormente.

### 2.3.2. COMPARAÇÃO DAS SOLUÇÕES ENCONTRADAS

A maior dificuldade das empresas hoje em dia, é encontrar dentro das alternativas existentes, o sistema que mais se adequa às suas necessidades e possibilidades, assim como

aquele do qual irão obter uma boa relação de custo/benefício. Partindo dos requisitos dos utilizadores do sistema Mori Net (Edrington, Zhao et al. 2014), foi criada a tabela 1, onde são comparados os sistemas de monitorização apresentados, em função desses requisitos.

Tabela 1 – Comparação dos sistemas de monitorização apresentados, relativamente aos requisitos dos utilizadores do sistema Mori Net (Edrington, Zhao et al. 2014).

<b>Soluções</b> <b>Requisitos</b>	<b>MDC Software</b> <b>(PredatorSoftware 2018)</b>	<b>MDC-MAX</b> <b>(CIMCO 2014)</b>	<b>Machine Metrics</b> <b>(MachineMetrics 2016)</b>	<b>Leanworx Cloud</b> <b>(Technologies 2018)</b>	<b>EIT</b> <b>(GeboCerme x 1996)</b>	<b>Smart Observer</b> <b>(ifmelectronic 2018)</b>	<b>TC Mobile</b> <b>(PhoenixContact 2016)</b>
Acessível de dispositivos com acesso à internet	S	S	S	S	NI	S	S
Acesso seguro, defesa contra ataques	NI	NI	S	NI	NI	S	NI
Informação do estado da máquina	S	S	S	S	S	S	S
Fácil acesso à informação	S	S	S	S	S	S	S
Criar e exportar relatórios .pdf ou .csv	S	S	S	NI	S	S	NI
Coleta de dados de qualquer máquina	S	S	S	S	N	N	S
Acesso via browser, sem aplicação	N	N	N	S	N	N	N
Vários níveis de acesso e visualização	S	S	S	S	S	S	NI
Envio de alarmes, via SMS e e-mail	S	S	S	S	S	S	S
Rede informática separada da rede de controlo	S	S	S	NI	N	S	N

Legenda: S (Sim); N (Não); NI (Não foi possível identificar)

A maioria dos sistemas permite uma grande quantidade de funcionalidades e estão preparados para comunicar com vários tipos de máquinas e com os mais diversos protocolos de comunicação. Qualquer máquina recente tem um PLC e comunicação *ethernet*. Nestas condições, a integração destes sistemas por um profissional especializado é rápida, contudo, os custos destes sistemas podem ser significativos. Em muitas empresas, o custo é uma não questão, pois irão rapidamente recuperar o investimento, com a poupança que este lhes proporcionará no curto prazo. No entanto, uma boa parte das empresas ainda possuem máquinas antigas e obsoletas, algumas das quais nem sequer possuem PLC. Estas empresas de pequenas e médias dimensões, muitas vezes não têm nos seus quadros, as pessoas com a especialização necessária, para a instalação e análise dos dados recolhidos pelo sistema. Para este trabalho, têm de recorrer a serviços externos, o que pode ter custos elevados. Nestes casos, uma aquisição e integração de um destes sistemas, teria uma relação custo/benefício pouco apelativa para a empresa.

Tabela 2 – Comparação dos sistemas de monitorização apresentados segundo a sua presença em Portugal.

Soluções	MDC Software (PredatorSoftware 2018)	MDC-MAX (CIMCO 2014)	Machine Metrics (Machine Metrics 2016)	Leanworx Cloud (Technologies 2018)	EIT (GeboCerme x 1996)	Smart Observer (ifmelectronic 2018)	TC Mobile (PhoenixContact 2016)
Presença em Portugal	Não está presente	Indireto, revendedor	Não está presente	Não está presente	Sim	Sim	Sim

No seguimento da análise das soluções no mercado e com foco na relação custo/benefício, foi identificada a oportunidade de criar um sistema de monitorização que fosse o mais simples possível, mas dando a informação essencial ao utilizador, “Qual o estado de funcionamento da máquina?”. Que fosse flexível, podendo adaptar-se a qualquer máquina, recente ou mais antiga, com ou sem PLC. Com uma instalação fácil, de preferência passível de ser efetuada pelo utilizador, sem cabos para passar e ligar e sem alterações de software. Que permitisse a consulta remota, em qualquer lugar com acesso à internet. Por último, mas não menos importante, que tivesse o menor custo possível.

## 2.4. MODELOS DE DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS

### 2.4.1. MODELO (BOOZ, ALLEN, E HAMILTON) BAH (1982)

O desenvolvimento de novos produtos tem um grande impacto na sociedade, estando diretamente ligado ao progresso e à inovação. Por esta razão, deve ser dada a devida importância a este tema e deve ser analisado com o máximo cuidado todo o processo de desenvolvimento, conhecido por Desenvolvimento de Novos Produtos (DNP) (Bhuiyan and management 2011).

De acordo com Booz, Allen et al. (1982), em sete ideias de novos produtos, apenas uma chega a ser realmente lançada e a ter sucesso. O desenvolvimento de um novo produto é um processo de grande complexidade, conhecer o processo e desenvolver ou encontrar um modelo DNP que se adequa, é o primeiro passo que as empresas devem dar (Salgado, Salomon et al. 2010). Neste sentido, as empresas têm investido cada vez mais fundos neste tema, com o objetivo de minimizar o número de produtos que falham e ficam pelo caminho, ou nunca chegam a dar um retorno que compense o investimento (Bhuiyan and management 2011). Para o desenvolvimento do produto deste projecto, foi efetuada uma pesquisa sobre alguns modelos de DNP. O primeiro a ser apresentado é aquele que é mais conhecido, Booz, Allen, Hamilton (1982) e que está na base de quase todos os modelos que apareceram posteriormente. Na figura 13 é possível ver os sete passos do modelo BAH.

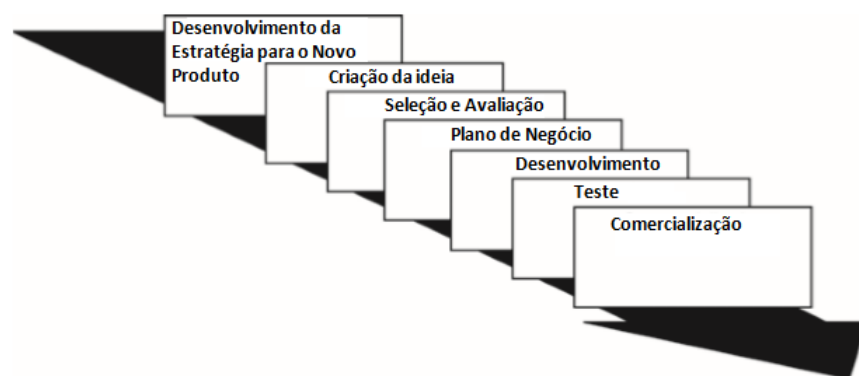


Figura 13 – Sete passos do modelo BAH. (Tradução dos textos para português a partir do original) (Fortenberry 2013)

De acordo com Bhuiyan (2011) e Fortenberry (2013) os sete passos do modelo BAH são os seguintes:

- O primeiro passo é o desenvolvimento da estratégia para o novo produto. Consiste em estabelecer uma estratégia e diretrizes para o processo de criação. Nesta fase o processo é associado aos objetivos da empresa e são definidas as linhas a seguir para a criação da ideia e a seleção que lhe sucederá.
- O passo seguinte é a criação da ideia. São procuradas ideias que satisfaçam os objetivos estabelecidos no passo anterior. Primeiro, são identificadas as categorias de produtos que terão maior potencial e interesse, e dentro dessas categorias, são isoladas as com maiores oportunidades de crescimento. Posteriormente, são solicitadas ideias, devendo esta ser efetuada a qualquer fonte credível e com potencial, tais como, os próprios funcionários ou clientes.
- O terceiro passo é a seleção e avaliação. São analisadas as ideias geradas no passo anterior e determinadas quais as que têm maior potencial de sucesso e de retornar o investimento. Nesta fase e nas seguintes, apesar da redução do número de ideias, os custos associados ao desenvolvimento do novo produto aumentam. É necessário que o processo se concentre nas ideias com real potencial, abdicando das restantes.
- O quarto passo é o plano de negócio. As ideias que chegam a este ponto são sujeitas à elaboração deste, consistindo na elaboração de um modelo de negócio e de análise financeira. Os indicadores resultantes desta última, vão permitir determinar quais as ideias nas quais vale a pena continuar a investir.
- O quinto passo é o desenvolvimento. As ideias que chegam até esta fase, tratando-se de produtos, são convertidas num protótipo físico que possa ser reproduzido e exibido. É expectável que nesta fase o produto sofra diversas alterações.
- O sexto e penúltimo passo é o teste. O produto que chegue a este ponto é sujeito a testes comerciais, para aferir a sua capacidade e preparação para comercialização. Os resultados destes testes permitem efetuar as correções que são necessárias, antes do último passo.
- O último passo é a comercialização. Concluídos todos os passos anteriores com sucesso, o produto é lançado no mercado. Deve ser verificada continuamente a resposta do mercado ao produto, assim como, deve ser controlada qualquer reação da concorrência ao lançamento do produto. Caso seja detetado algum erro, este

deve ser corrigido o mais rapidamente possível, sendo que esta situação deve ser evitada.

O modelo seguido no trabalho, para o desenvolvimento do novo produto, baseou-se neste. O processo iniciou-se com o desenvolvimento da estratégia e criação da ideia e foi realizado um levantamento bibliográfico sobre os temas essenciais. Posteriormente, foi realizada uma seleção e avaliação, através de uma consulta e análise de mercado. De seguida, trocou-se a ordem em relação ao modelo original, realizando-se o desenvolvimento, seguido dos testes, os quais neste trabalho são referidos como simulações e no fim destes, o plano de negócio. Um dos objetivos deste trabalho é validar a comercialização do produto por uma nova empresa, por este motivo, não foi realizado este último passo.

#### **2.4.2.        MODELO *STAGE-GATE* – ROBERT G. COOPER (1985)**

Apesar de posteriormente ter sido escolhido outro, foi estudado o modelo *Stage-Gate*, o qual foi desenvolvido por Robert G. Cooper em 1985. Este (1990), identificou uma constante pressão sobre as empresas, no sentido de melhorarem os seus processos de desenvolvimento de novos produtos e aumentarem a percentagem dos produtos que alcançam o sucesso. Além disso, as empresas pretendiam encontrar ferramentas que permitissem gerir e controlar os seus desenvolvimentos. Segundo Cooper (2008) o *Stage-Gate* é um modelo conceptual e funcional, para transportar um novo produto desde a fase em que apenas é uma ideia, até ao seu lançamento. O seu objetivo é facilitar a gestão do processo, para que se obtenha resultados mais eficientes. O processo de desenvolvimento é dividido em várias etapas (*stage*), onde devem ser executadas determinadas atividades, as quais podem ser desempenhadas em paralelo. Antes de cada etapa, existe uma entrada (*gate*), onde são realizados controlos de qualidade, para determinar se é possível prosseguir para a próxima etapa. Normalmente um sistema deste tipo envolve desde quatro até sete etapas e entradas. A etapa seguinte tem sempre um custo superior à anterior, contudo, a informação tem um valor proporcional, o que permite gerir o risco quanto ao desenvolvimento da ideia. Um modelo *Stage-Gate* típico, que serve de base a muitos casos, é demonstrado na figura 14.

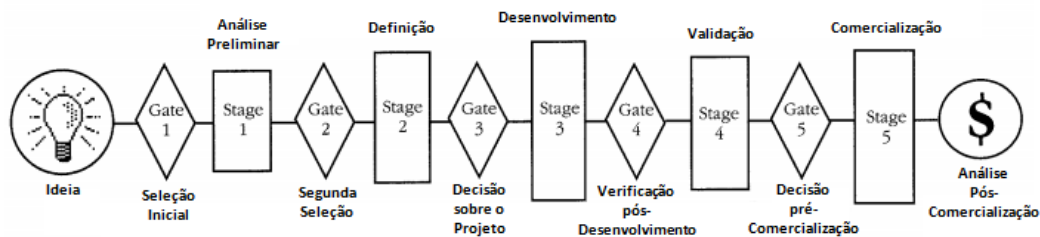


Figura 14 – Exemplo típico do modelo *Stage-Gate*. (Tradução dos textos para português a partir do original) (Cooper 1990)

De acordo com Cooper (1990), a descrição das etapas e entradas do modelo típico é a seguinte:

- Primeiro surge a ideia de um novo produto, a qual é submetida à primeira entrada, a seleção inicial.
- Na primeira entrada é decidido se a ideia passa a projeto e prossegue, ou é abandonada. A ideia é submetida a uma avaliação segundo determinados critérios, tais como, inovação, viabilidade, alinhamento com a estratégia e âmbito da empresa, oportunidade, potencial e atratividade para o mercado. É usada uma lista de critérios a cumprir e uma classificação para cada um deles.
- A primeira etapa é a análise preliminar. Nesta etapa são efetuadas análises rápidas e de baixo custo a nível técnico, viabilidade do desenvolvimento, produção, custos e prazos, e a nível de mercado, posicionamento e receptividade.
- A segunda entrada corresponde à segunda seleção. Neste ponto o projeto é re-avaliado tendo em consideração a informação recolhida na primeira etapa. A partir deste ponto, o projeto avança para etapas com custos mais significativos. É considerada uma nova lista de critérios a cumprir e uma classificação. O retorno financeiro é visado de forma simples neste ponto.
- A segunda etapa é a definição. Nesta etapa são efetuados estudos de pesquisas de mercado, para determinar as necessidades e preferências dos consumidores. É realizada uma análise da concorrência e um teste de conceito, para determinar a aceitação dos possíveis clientes. A nível técnico, e no seguimento da análise de mercado, são realizados estudos de viabilidade técnica e económica. Neste ponto é estudada a operação de produção, os seus custos e investimentos necessários. Se for justificável, também pode ser efetuada uma análise relativa a patentes, direitos de autor e assuntos legais.

- A terceira entrada é onde se toma a decisão relativa ao projeto. Este é o ponto onde o projeto pode ser cancelado, antes de atingir um patamar de custos elevado. Aqui a informação da segunda etapa é analisada minuciosamente e são definidas as especificações e características do produto, assim como o posicionamento estratégico. Os planos de operações, marketing e desenvolvimento são verificados e aprovados.
- A terceira etapa é o desenvolvimento. É desenvolvido o produto e testado, assim como, os planos de marketing e operações. É atualizada a análise financeira e são resolvidas questões legais, de direitos de autor e de patentes, que ainda se verifiquem.
- A quarta entrada corresponde à verificação pós-desenvolvimento. É verificado se o desenvolvimento está a decorrer de acordo com o planeado e é efetuada uma nova análise financeira, baseando-se em dados mais recentes. Os planos de teste e validação são aprovados e os de marketing e operações são verificados para a sua aplicação.
- A quarta etapa é a validação. Nesta etapa é testada a viabilidade do projeto, o seu produto, o processo produtivo, a aceitação do mercado e os indicadores económicos. Isto envolve, testes internos, testes em condições reais, teste de produção, teste de mercado com primeiras vendas e nova análise financeira com os indicadores mais recentes.
- A última entrada é a decisão pré-comercialização. É o ultimo ponto em que se pode abortar o projeto. Aqui são avaliados os resultados da etapa de validação e é decidido se se avança para a etapa de comercialização. Os planos de marketing e operações são aprovados, para aplicação na próxima etapa.
- A última etapa é a comercialização. Nesta etapa são colocados em prática os planos de marketing e de operações.
- Após a etapa de comercialização o projeto de desenvolvimento de um novo produto é terminado. Neste ponto, deve ser analisada a performance do produto e do projeto. Os dados recentes relacionados com o produto, tais como, receitas, custos, gastos, lucros e tempos, são comparados com as previsões iniciais. Por fim, deve ser realizada uma análise ao projeto, identificando as suas forças e fraquezas, com o objetivo de aprender e melhorar em futuros projetos.

## 2.5. PLANO DE NEGÓCIO

### 2.5.1. MODELO DE NEGÓCIO

Para o desenvolvimento e concretização de projetos empresariais, é essencial a elaboração do plano de negócio. Este é constituído por um modelo de negócio e pelo modelo de análise financeira. Uma ideia de negócios necessita de ter um plano de negócio associado, que lhe sirva de sustentação na argumentação sobre o seu valor e as suas possibilidades de concretização. Este plano visa definir a estratégia do projeto, indicando os recursos que serão necessários e onde deverão ser aplicados, permitindo organizar a concepção da ideia e encontrar antecipadamente soluções para os problemas que venham a surgir (IAPMEI 2016). Habitualmente o plano de negócio tem a seguinte estrutura: 1 - Sumário / Resumo da ideia; 2 - Histórico da empresa / promotores; 3 – O mercado-alvo; 4 – A ideia e o seu posicionamento no mercado; 5 – Projeto / Produto / Ideia; 6 – Estratégia comercial; 7 – Gestão e controlo do negócio; 8 – Necessidades financeiras; 9 – Modelo Financeiro (IAPMEI 2016)

O plano de negócio apesar de ainda ser utilizado na criação de empresas, vem sendo substituído por um modelo mais recente desenvolvido por Alexander Osterwalder (Nagamatsu, Barbosa et al. 2014). Este modelo chama-se *Business Model Generation*, em português, geração de modelo de negócio e inova em relação ao plano, pois permite criar de forma simples, diversas variantes do negócio, até que se obtenha a mais desejável. O plano continua a ter a sua importância, contudo, a utilização do modelo *canvas* de Osterwalder conquista cada vez mais adeptos. Alguns dos adeptos mais conhecidos deste modelo são a IBM, Ericsson, Deloitte, entre outros (Osterwalder and Pigneur 2010). O modelo *canvas* é constituído por nove campos, os quais devem transmitir de forma simples e compreensível, a forma como uma organização irá criar, entregar e obter valor (Osterwalder and Pigneur 2010).



Figura 15 – Quadro do modelo *canvas* de Osterwalder. (Adaptado do original com a tradução dos textos para português) (Strategyzer 2018)

Segundo Osterwalder and Pigneur (2010), os campos do *canvas* estão ordenados da seguinte forma:

- Segmentos de clientes - Uma organização opera em um ou vários segmentos;
- Propostas de valor – Procura resolver os problemas dos clientes, satisfazendo as suas necessidades com propostas de valor;
- Canais – As propostas de valor são entregues aos clientes através de canais de comunicação, distribuição e venda;
- Relacionamento com clientes – As relações são estabelecidas e mantidas com cada segmento;
- Fontes de Receita – As fontes de receita resultam de propostas de valor que foram entregues com sucesso aos clientes;
- Recursos Principais – São aqueles essenciais para oferecer e fornecer aos clientes, os elementos descritos anteriormente;
- Atividades-chave - A atividades necessárias de realizar, para oferecer os elementos indicados;
- Parcerias principais – Algumas atividades são sub-contratadas e alguns recursos têm de ser adquiridos externamente;

- Estrutura de custos – Os elementos do modelo de negócio, resultam numa estrutura de custos;

### **2.5.2.       MODELO DE ANÁLISE FINANCEIRA**

A componente financeira do plano de negócio é de extrema importância pois permite determinar as necessidades financeiras, assim como simular os resultados previsionais e avaliar a viabilidade do negócio ou investimento (IAPMEI 2016). No site do IAPMEI, está disponível uma ferramenta de avaliação de projetos de investimento com uma versão de 5 anos e outra de 10 anos de exploração. Esta ferramenta (Finicia), possibilita aos empreendedores e às empresas, fundamentar a sua ideia de negócio ou projeto de investimento, analisar a sua rentabilidade e serve de suporte para o diálogo, principalmente com possíveis financiadores (IAPMEI 2016). Segundo IAPMEI (2016), a ferramenta é um ficheiro excel constituído por diversas folhas, as quais contêm vários quadros com a seguinte organização, descrita de forma resumida:

- Regras de utilização – Elementos básicos para preenchimento do modelo;
- Pressupostos – Taxas de crescimento estimadas, taxas de juro e de atualização, prazo médio de pagamentos, entre outros;
- Projeções de vendas – Vendas e Prestações de serviços, divididas por segmentos.
- Mapa de custo de mercadorias vendidas e de matérias consumidas – Principais componentes de custo de produção do projeto;
- Fornecimentos e serviços externos – Fornecimentos e serviços externos prestados à empresa por entidades externas. Custos fixos, aqueles que não dependem da atividade da empresa e custos variáveis, que decorrem em função da atividade da empresa;
- Custos com pessoal – Custos com os colaboradores da organização.
- Investimentos – Investimentos a realizar, a sua natureza, valor, período em que se prevê que ocorra e as taxas de amortização;
- Investimento necessário em fundo de maneo – Necessidades de fundos de tesouraria, para que o projeto decorra sem falta de liquidez do ponto de vista da tesouraria. Um projeto com resultados atrativos, pode ser inviável se este ponto não estiver devidamente planeado;
- Financiamento – Formas de financiamento do projeto;

- Demonstração de resultados – Comparação dos custos e proveitos, resultantes da atividade da empresa. Primeiro ponto de análise da viabilidade do projeto, analisando-se se a rentabilidade líquida é positiva, ou indicadora de prejuízos. É neste quadro que se determina o *break-even*;
- Mapa de *Cash-Flow* – Valores libertados pela atividade da empresa e as suas necessidades de financiamento;
- Plano de financiamento – Mapa que define as origens e aplicações dos fundos do projeto;
- Balanço – Demonstração da situação patrimonial da empresa ou projeto;
- Indicadores económico-financeiros – Conjunto de indicadores económicos e financeiros, tipicamente utilizados por analistas, para a análise do projeto;
- Avaliação do projeto – Avaliação da empresa ou projeto segundo três formas fundamentais: Taxa Interna de Rentabilidade (TIR), *Payback Period* em português período de retorno e Valor Atual Líquido (VAL) na perspectiva do investidor e do projeto;

Existem várias técnicas para análise de um investimento, o VAL, o *Payback Period*, Taxa média de rentabilidade (TMR), TIR e o Índice de Rentabilidade (IR). Contudo, a análise do VAL, é considerada por muitos analistas como a melhor técnica para avaliar a decisão de investimento (da Fonseca 2010). Para este trabalho, foram consideradas as seguintes:

- *Payback Period* – É o período de recuperação do investimento, consistindo no tempo que decorre até que o acumulado das previsões de *cash-flow* seja igual ao investimento inicial. Pode ser utilizado como método de avaliação de investimentos, quando é definido um limite máximo de anos para a recuperação do que foi investido, sendo recusados os projetos cujo *payback period* exceda esse limite. Este método apenas considera o período definido, por este motivo, não é um dos métodos mais utilizados, pois pode recusar um projeto mais rentável, em que o seu *payback* apenas ocorre no ano seguinte ao limite (Brealey, Myers et al. 2012).
- VAL na perspectiva do projeto pós financiamento – Resulta da diferença entre o valor atual de todos os *cash-flows* atualizados e o valor do investimento, para um determinado período (Brealey, Myers et al. 2012).

Um VAL positivo significa que os *cash-flows* cobrem o investimento necessário, geram excedente e o projeto retornará aos investidores o valor exigido, podendo ser

aprovado. Um VAL igual a zero é indiferente pois apesar de cobrir os investimentos e obrigações, não gera qualquer valor acrescentado. Já um projeto com VAL negativo, deve ser recusado, pois não consegue cobrir o investimento e retribuir aos investidores (Bierman Jr and Smidt 2012).

- TIR – É a taxa de rentabilidade que resulta do cálculo de um VAL igual zero, num determinado período (Pereira 2008). Esta taxa é utilizada na análise de projetos de investimento, comparando-a ao valor da taxa mínima de interesse, uma taxa de juro mínima esperada para o investimento. Se o valor da TIR for superior a esta última, o VAL será positivo e o investimento será viável. Caso seja inferior, será inviável (Financeiro 2018).

Foi considerado ainda o:

- *Break-even* – Representa o ponto em que a faturação é suficiente para cobrir a totalidade das despesas e o negócio não tem nem lucro nem prejuízo. É considerado um ponto de equilíbrio, a partir do qual a empresa começa a obter lucro, cobrindo as despesas fixas e variáveis (Florin-Constantin 2016).
- *Return on Investment* (ROI) – Permite determinar a taxa de retorno de um investimento efetuado (Pearce 2016). É habitualmente utilizado para medir a performance de uma empresa (Brealey, Myers et al. 2012). É calculado pela seguinte fórmula:

$$ROI = \left( \frac{RECEITA - CUSTO}{CUSTO} \right) \times 100 \quad (2.4)$$



# 3. PROJETO DO SISTEMA DE MONITORIZAÇÃO

## 3.1. ANÁLISE DE REQUISITOS

Um dos objetivos deste trabalho é o desenvolvimento de um sistema de monitorização, que possa suprimir as necessidades das PME`s, nesta área. Este capítulo enquadra-se no 4º passo do modelo de desenvolvimento de novo produto (DNP) que foi seguido neste trabalho, o desenvolvimento. Para iniciar o processo, foram definidos e analisados os requisitos que o sistema deverá cumprir:

- **Instalação**
  - O sistema deverá requerer o mínimo possível de conhecimentos técnicos do utilizador/comprador.
  - Não deverá necessitar da presença de alguém com conhecimentos de programação de PLC`s, pois não deve ser necessária qualquer alteração e o sistema deve ser independente da existência do autómato.
  - Do utilizador/comprador serão necessários conhecimentos básicos do funcionamento da máquina e elétricos, para que identifique qual o relé, contator ou sensor a monitorizar, para obter o sinal desejado.

- Ainda relativamente à instalação, o sistema deverá ser maioritariamente sem fios, sendo admissível haver ligações apenas para alimentar o sensor que irá recolher o sinal da máquina. Essas ligações deverão ser localizadas, e o mais simples possível, por exemplo, dois fios para alimentação e dentro do armário, ou quadro elétrico.
  - Os componentes de *hardware* do sistema deverão ser passíveis de ser aplicados no maior número de locais, para que seja modular.
  - As limitações físicas devem ser claras, para que não restem dúvidas no momento de instalar e permita um processo rápido.
  - Não deverá ser necessária a instalação de software.
  - O sistema não deverá interferir na arquitetura existente da máquina, nem pode necessitar ou ser a origem, de qualquer ligação entre a rede de comunicação para controlo e a rede de comunicação de monitorização.
- **Flexibilidade**
    - Deverá ser aplicável na maior diversidade de máquinas possível. Os seus módulos, devem ter diferentes formas de obtenção da informação, estando preparados para as particularidades de cada instalação.
    - Atendendo ao número de sistemas de monitorização existentes para as máquinas modernas e à facilidade em se obter a informação destas, este deverá incidir tecnologicamente, na capacidade de extrair informação e se adaptar facilmente, às antigas e obsoletas.
    - Na eventualidade de ser necessário alterar o posicionamento de uma máquina, deve ser fácil e rápida a nova ligação, ou de preferência nem ser necessário qualquer alteração ou ajuste.
    - É interessante que a arquitetura do sistema permita não só a adição de novas máquinas, mas a possibilidade de evolução para comunicação com os protocolos utilizados na indústria, assim como *softwares* de gestão.
  - **Simplicidade**
    - Deverá ser simples e reduzido às funcionalidades essenciais, garantindo que o utilizador obtém um proveito o mais completo possível.
    - O sistema deve indicar se a máquina está em funcionamento ou parada.
    - Posteriormente deverá fazer uma análise automática dessa informação registada, permitindo de forma intuitiva para o operador, selecionar

períodos temporais, para visualização dos registos e da informação processada.

- A simplicidade deverá estar presente em toda a sua arquitetura, desde a forma como recolhe a informação, ao envio desta para o servidor e por fim ao acesso e visualização da mesma pelo utilizador.

- **Acessibilidade**

- O acesso deve poder ser efetuado remotamente, a partir de qualquer localização com internet. O utilizador deve poder consultar a informação, se estiver na fábrica, ou fora dela.
- O mais simples possível, devendo ser evitada a necessidade de softwares ou aplicações.
- Individual, tendo cada utilizador uma conta protegida com palavra-chave, devendo ser configurável a informação visível, consoante quem está a aceder.

- **Custo**

- Tem de ser o mais baixo possível, com o objetivo de obter uma boa relação custo/benefício. A arquitetura deste sistema terá de ter por base esta ideia e utilizar tecnologias e materiais que permitam no curto e longo prazo manter este requisito. Uma subida de custo fará com que o sistema deixe de ser apelativo e compensatório para o utilizador.
- Em todos os processos do sistema deve ser procurada a simplicidade, evitando-se desta forma a necessidade de materiais ou módulos que farão subir os custos.
- O número de funcionalidades e complexidade também terá influência. Deve o sistema limitar-se a funcionalidades essenciais e que não representem necessidade de aumento de custos, mas sim que aumentem o valor do sistema na perspetiva do benefício para o utilizador.

**Resumo** - Alguns requisitos apresentados são mais fáceis de cumprir. A grande maioria são absolutamente essenciais e devem ser respeitados, enquanto outros irão apenas adicionar valor. A lista seguinte, resume os principais requisitos deste sistema, dos quais não se pode abdicar, para cumprir este objetivo do trabalho:

- Fácil e rápida instalação;

- Flexível e independente da instalação atual ou alterações futuras;
- Utilização simples e intuitiva;
- Acessível em tempo real e remotamente;
- Baixo custo.

## **3.2. PROPOSTA DE SISTEMA**

### **3.2.1. ARQUITETURA**

Antes de ser definida uma arquitetura para o sistema e com o objetivo de facilitar as referências a este, foi definido um nome. O sistema que se apresenta, foi nomeado inicialmente de “Sismon” (Sis)tema de (mon)itorização, tendo mantido este nome durante grande parte deste projeto. Posteriormente, na elaboração do plano de negócio (capítulo 5), o nome foi alterado para “b-Remote” baseado na tecnologia utilizada para o sensor e comunicação, e também baseado num dos principais requisitos que era ser facilmente acessível remotamente. Por este motivo, é possível encontrar os dois nomes em diversas partes do sistema.

O b-Remote é um sistema simples e de baixo custo, que tem como objetivo principal a monitorização do estado de funcionamento de máquinas, de forma remota, podendo monitorizar apenas uma ou várias. Recolhe os dados das máquinas através da monitorização de um relé, de um contator ou da saída digital (24V) de um PLC. Esta monitorização está associada a uma informação já existente, ou programada, que indica que a máquina está em funcionamento e / ou produção. A monitorização é efetuada por um sensor que transmite os dados, sem fios, a um recetor central (*gateway*), que recolhe os dados de todos os sensores espalhados pela área produtiva. Este recetor irá processar os dados recebidos e enviá-los de forma tratada e simplificada ao servidor. Necessita de estar ligado à internet para o fazer, podendo essa ligação ser com ou sem fios. O servidor está alojado na *web*, ou usando um termo atual, *cloud*. Este servidor guarda toda a informação e aloja uma interface / página de internet, acessível a toda a hora. A interface permite aos utilizadores visualizarem o estado das máquinas, assim como inserir justificações de paragens e analisar dados estatísticos relativos a um período temporal. Esta interface trabalha no *browser* e não necessita de qualquer *software* nem dispositivo especial para lhe aceder.

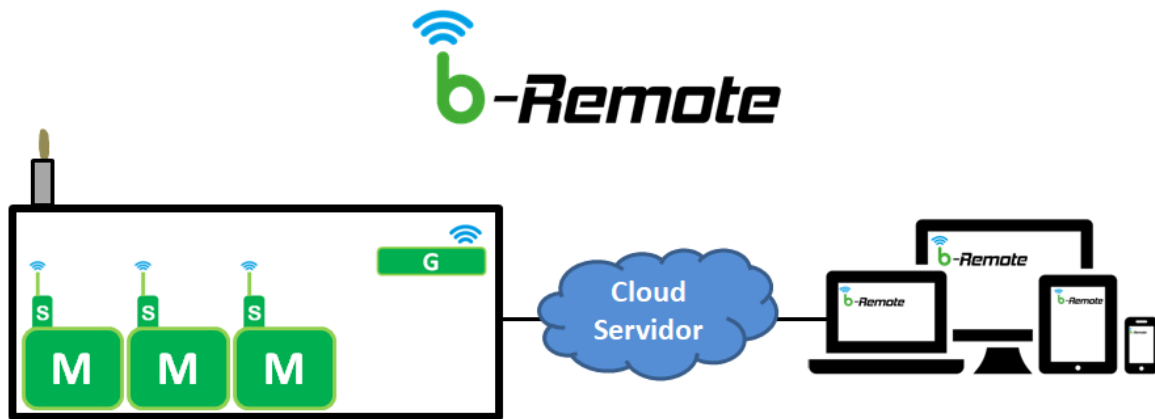


Figura 16 – Esquema da arquitetura do sistema de monitorização b-Remote. S – Sensor; G – gateway; M – Máquina

### 3.2.2. COMUNICAÇÃO

#### Seleção da comunicação entre sensores e gateway

Para a comunicação no interior da fábrica, foram encontradas várias possibilidades, já referidas na apresentação das soluções existentes. Nessas, era utilizado GSM ou *Wi-fi*.

A utilização do GSM seria bastante interessante, pois permitiria obter uma grande flexibilidade de posicionamento, desde que, houvesse cobertura da rede móvel. Seria possível o envio direto dos dados para o servidor e seria totalmente independente de qualquer rede do cliente, no entanto, obrigaria à utilização de um cartão *subscriber identity module* (SIM) por sensor, com contratação de planos de dados ou carregamentos. Sendo uma opção a ter em conta, o objetivo era encontrar algo que pudesse ser ainda mais simples.

O *wi-fi* permite cobrir toda a área de uma fábrica, colocando-se repetidores onde seja necessário, não estando dependente da cobertura de serviços externos. Permite uma transferência de dados rápida e em grandes quantidades, além de que depois de a rede interna estar estabelecida, é possível a sua utilização sem necessidade de qualquer plano de dados ou similares. A primeira ideia foi a utilização de *wi-fi*, tendo um sensor que recolheria a informação, neste caso um ou vários sinais da máquina, converteria os sinais elétricos em comunicação digital e os enviaria via *wi-fi* para a gateway, que posteriormente organizaria a informação para envio ao servidor. Contudo, este método já é utilizado em outras soluções, como foi demonstrado no ponto 2.3.1 deste relatório, ver os sistemas da

Predator, CIMCO e MachineMetrics, por exemplo. Desta forma, iria ser necessário desenvolver código para este sensor / *gateway*, trazendo maior complexidade ao sistema e conseqüentemente aumentar o custo, ainda que também trouxesse capacidade para comunicar mais dados. Para contornar esta hipótese na comunicação entre sensor e *gateway* da fábrica, obtendo uma comunicação o mais simples possível, além de respeitar o requisito de baixo custo, foi procurada outra solução.

Outro dos requisitos era apenas saber se a máquina estava ou não em funcionamento e para tal não é necessária uma grande quantidade de dados, apenas um sinal da máquina é suficiente. Sendo necessária a transmissão de apenas um sinal, a ideia que surgiu foi a de encontrar um transmissor simples, sem qualquer necessidade de programação, estando a *gateway* da fábrica ciclicamente a escutar os transmissores ativos. A ideia inicial foi colocar um *router wi-fi* a gerar uma rede *wireless* quando o sinal estava ativo e a desligá-la quando o sinal estivesse desativo. Uma solução que se revelou inviável, não só pelo custo, mas também pelo tempo que demora desde que um *router* é ligado até estar gerada a rede. Foi então procurado um transmissor simples *wi-fi*, este transmissor apesar de não necessitar de transmitir grandes quantidades de dados, teria sempre de ter um bom alcance. A pesquisa revelou muito poucas soluções, além de que os transmissores encontrados tinham um custo significativo e iriam requerer algum trabalho de adaptação, para integrá-los com o sinal da máquina (TOMTOP 2017). Esta hipótese não ia de encontro aos requisitos de simplicidade e de facilidade de instalação.

Durante a pesquisa por um transmissor, foram surgindo as palavras *bluetooth*, *beacon* e *Bluetooth Low Energy* (BLE) que significa *bluetooth* baixa energia. O aprofundar da pesquisa, permitiu concluir que a tecnologia BLE se enquadrava perfeitamente nos requisitos, quer no que respeita à comunicação, quer ao sensor. Foi a diversidade, adaptabilidade e custo dos dispositivos (*beacons*), que levaram à escolha do BLE para a comunicação entre sensor e *gateway* da fábrica.

O BLE é recente e é uma extensão do *bluetooth*, uma tecnologia desenvolvida e comercializada pelo *Bluetooth Special Interest Group*, um conjunto de empresas, que procurou uma forma para a comunicação sem-fios entre aparelhos, que permitisse a criação de uma rede *Personal Area Network* (PAN). O *bluetooth* está bastante difundido em áreas como a multimédia, indústria e saúde. Foi a tecnologia usada para eliminar a conexão com fios entre telemóveis e auriculares, portáteis e periféricos, entre outros (Galeev 2011),

(Pessoa 2016). Com o lançamento da versão 4.0, foi adicionada uma nova extensão conhecida pelas siglas BLE, ou algumas vezes como “*Bluetooth Smart*”. Esta extensão foi lançada para ser utilizada em aplicações onde a capacidade energética é limitada e onde apenas é necessário o envio de pequenas quantidades de dados, tais como, sensores, dispositivos de saúde, desporto, entre outros. Esta tecnologia está desenhada para ser aplicada em dispositivos de dimensões bastante reduzidas, que podem manter-se em operação mais de 1 ano, apenas com uma bateria do tamanho de uma moeda (Galeev 2011), (Pessoa 2016).

O objetivo do BLE é permitir um consumo energético reduzido (máximo 15mA num pico), mantendo-se o dispositivo adormecido e ativando-se periodicamente para o envio de dados. Mantém também um baixo custo, pela possibilidade de reduzir dimensões e necessidades energéticas. A utilização mais comum desta tecnologia é na transferência de pequenas quantidades de dados entre dispositivos próximos, assim como, a interação com sensores de proximidade (*beacons* p.e.), permitindo aos utilizadores obterem informações baseadas na sua localização (Pessoa 2016), (Google 2018).

Devido ao baixo consumo energético, a taxa de transferência de dados também será reduzida. O BLE usa modulação *Gaussian Frequency-shift Keying* (GFSK) e tem uma taxa de transmissão de dados de 1Mbit/s. Opera na banda de 2.4GHz *Industrial, scientific and medical radio bands* (ISM) e usa uma divisão de 40 canais com 2MHz cada. Utiliza o método de transmissão *Frequency Hopping Spread Spectrum* (FHSS), o que lhe permite ter uma alta resistência a interferências e dificultar a interceção. Os canais estão organizados em 37 canais para comunicação de dados e 3 para anúncios, sendo estes últimos utilizados na descoberta de dispositivos. Os canais de anúncio não estão seguidos, mas sim espalhados pelo espectro, para que não haja interferências do 802.11/Wi-fi. Quando existe um pedido de conexão, estes canais são usados para uma troca de parâmetros inicial. Estando a comunicação estabelecida, são usados os 37 canais de comunicação (Galeev 2011), (BluetoothSIG 2011).

Existem duas configurações possíveis para os dispositivos BLE, “*Single Mode*” ou “*Smart Chip*” e “*Dual Mode*” ou “*Smart Ready Chip*”. A primeira apenas permite a tecnologia BLE e é usada nos *beacons*. Já a segunda permite utilizar as tecnologias BLE e *bluetooth* clássico, é um *chip* destes que está presente nos telemóveis (Pessoa 2016). Na tabela 3 está

a comparação da tecnologia BLE com o *bluetooth* clássico e o *wi-fi*, e quais as características chave do BLE para este projeto (marcadas a negrito).

Tabela 3 - Comparação entre bluetooth clássico, wi-fi e BLE. (Pessoa 2016) (Original alterado com tradução dos textos para português)

Característica	<i>Bluetooth</i> Clássico	<i>Wi-fi</i>	BLE
Standard	IEEE 802.15.1	IEEE 802.11abg	GFSK
Frequências	2.4GHz	2.4GHz e 5GHz	2.4GHz
<b>Taxa de transmissão(Mbps)</b>	1 a 3	11(b) 54(g) 600(n)	<b>1</b>
<b>Alcance (m)</b>	10 a 100	100 a 250	<b>50</b>
<b>Consumo energético</b>	Alto	Muito Alto	<b>Baixo</b>
Vida útil da bateria	Dias	Horas	meses/anos
<b>Tamanho da rede</b>	7	255	<b>indefinido</b>

O facto da taxa de transmissão e o alcance serem inferiores ao *bluetooth* clássico e *wi-fi*, é consequência do baixo consumo energético. O baixo consumo energético de um *beacon* BLE permite que neste projeto, o sensor se adapte facilmente a qualquer tipo de sinal das máquinas. Além da adaptabilidade, o consumo energético reduzido, baixa o custo dos *beacons*, o que vai de encontro a outro dos requisitos do projeto. Outra característica de relevo no BLE é o limite do tamanho da rede não ser definido. Desta forma, não existe limite de máquinas numa rede, garantindo a possibilidade de expansão ao sistema.

É possível utilizar-se o BLE em duas topologias de rede diferentes. Elas são estrela e rede “*mesh*” (Pessoa 2016). Neste projeto serão usadas redes em estrela. Cada parque de máquinas terá um recetor (*gateway*) que estará ciclicamente à escuta de anúncios dos vários emissores (sensores).

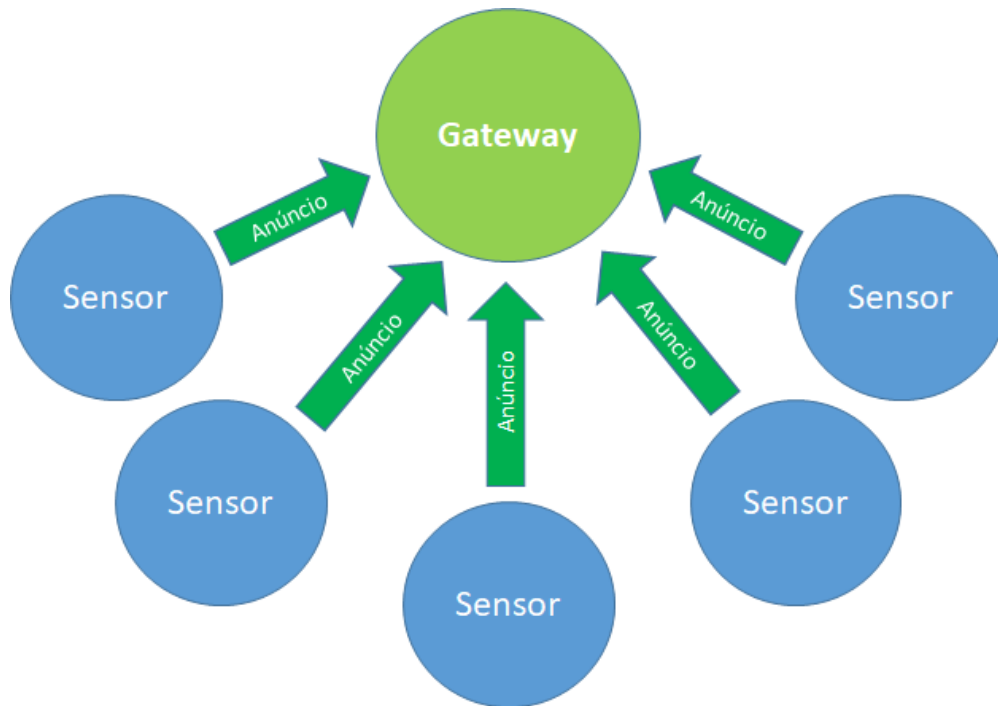


Figura 17 – Esquema de funcionamento do envio de Anúncios dos sensores para a *gateway*.

Os dispositivos BLE podem comunicar em 2 diferentes modos, o modo anúncio (“*advertising*”) e o modo conectado “*connected*” (ARMLtd. 2016).

No modo anúncio, o dispositivo BLE é apenas transmissor, enviando anúncios periodicamente para a rede através do módulo *Generic Access Profile* (GAP). Este módulo controla as conexões e os anúncios no *bluetooth*, determinando se um dispositivo está visível aos restantes, ou se pode ou não comunicar com outros, além de indicar se o dispositivo é um periférico (*sensor*) ou central (*gateway*) (Townsend 2014). O período de envio de anúncios pode ser configurado desde 20 milissegundos até 10 segundos (maior economia de energia). O dispositivo, pode ainda responder com mais informações se for solicitado. A figura 18 demonstra o processo de envio de anúncios por um transmissor e posterior pedido de mais informação pelo recetor, com consequente resposta pelo transmissor e regresso ao estado normal.

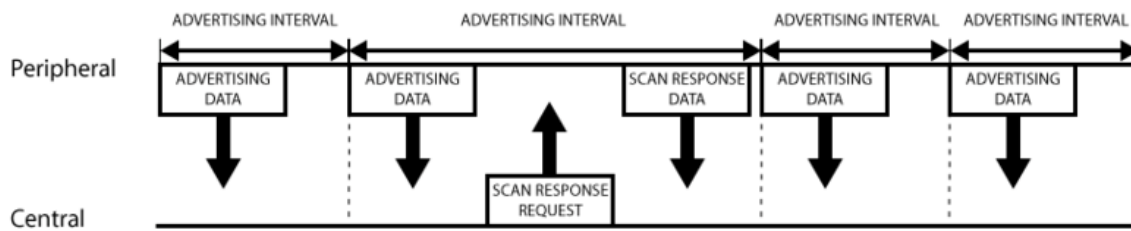


Figura 18 – Demonstração do processo de comunicação entre transmissor e recetor (Townsend 2014).

Um recetor BLE deverá estar à escuta para receber as informações do anunciante, podendo requerer mais informações. O dispositivo recetor em modo anúncio, apenas recebe, sendo escravo na rede, necessitando de capacidades de receção na construção da componente de Radiofrequência (RF). Em sequência, um transmissor deverá ter características de emissão na sua construção RF (Galeev 2011). Estas indicações quanto às características, podem ser utilizadas para otimizar a construção dos módulos e desta forma reduzir custos. Neste projeto foram utilizados dispositivos já existentes no mercado e habilitados para outras funcionalidades além da comunicação BLE, por este motivo, não foi verificado se estava a ser efetuada a otimização acima indicada.

Neste projeto é utilizado o modo anúncio, pois apenas necessitamos que a unidade central (*gateway*), detete o anúncio dos periféricos (sensores) e que através da informação do anúncio (*advertising*), consiga identificar individualmente cada periférico. Desta forma, sabe-se se o sinal da máquina está ativo ou não. Reduzindo-se o período para envio de anúncio pelo dispositivo a 20ms, consegue-se uma boa frequência de comunicação com o recetor no contexto deste projeto. Como a receção do anúncio significa sinal ativo e a não receção sinal desativo, não é necessária a conexão entre os dois dispositivos, mantendo-se a comunicação o mais simples possível. Apesar de não ser utilizado neste projeto, o modo conectado, permite que dois dispositivos BLE possam estabelecer uma conexão (Galeev 2011). Este modo é útil se for pretendido que ocorra troca de dados entre escravo e mestre.

Existe no mercado uma grande diversidade de dispositivos BLE, assim como fabricantes, com um custo dentro do pretendido para este projeto. A pesquisa foi orientada para os *beacons* e o resultado foram três tipos principais, os alimentados por bateria, *Universal Serial Bus* (USB) e ainda aqueles com terminais para conexão direta de sinais. Pelas razões indicadas anteriormente, nomeadamente facilidade de instalação e desenvolvimento, foi descartada a hipótese de alimentação via bateria e devido ao custo foi descartada a hipótese

dos terminais para conexão direta, sendo assim escolhida a opção USB. A diversidade de escolhas, a fácil adaptação e instalação, e o custo reduzido, foram as razões para a escolha dos *beacons* como transmissor do sinal da máquina à *gateway* e desta forma determina o uso da tecnologia BLE na comunicação entre sensor e *gateway*.

### Seleção da comunicação entre *gateway* e servidor

A comunicação entre *gateway* e o servidor é realizada através do serviço de internet existente. A primeira conecta-se, sem fios ou com cabo, à rede e envia os dados já organizados para o endereço onde está alojado o servidor. Caso não exista um serviço de internet presente ou não seja possível utilizá-lo, a tecnologia de comunicação mantém-se, sendo que neste caso seria necessário utilizar um *router 4G*. Esta opção deve ser evitada, pois acarreta custos com aquisição de *hardware* e gastos mensais com um serviço externo.

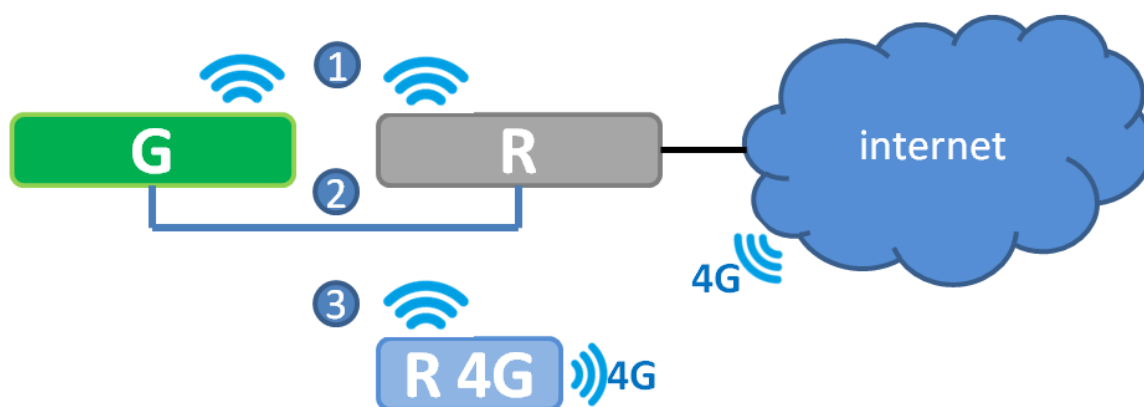


Figura 19 – Esquema da comunicação entre G - *gateway* e R - *router* da fábrica. 1 – Comunicação sem-fios; 2 – Comunicação com fios; 3 – Comunicação sem-fios entre *gateway* e *router 4G* e comunicação entre este e a internet.

### 3.2.3. SELEÇÃO DO SENSOR

O sensor do sistema é constituído por duas partes, a conexão com o sinal da máquina e a parte emissora do sinal para a *gateway*. Como referido em cima, para a parte emissora foram escolhidos os *beacons* BLE. Estes transmissores têm um funcionamento parecido com um farol, enviando sinais de rádio ciclicamente para as imediações, onde um recetor BLE próximo os irá receber. A sua diversidade de opções e baixo custo, permitiram encontrar várias soluções. De seguida, é apresentada uma lista de vários *beacons* encontrados:

- **Alimentados por bateria.** Estes foram descartados por ser necessário algo que fosse facilmente ligado e desligado pelo sinal da máquina e dessa forma se adaptasse a vários tipos de sinal.



Figura 20 – Alguns *beacons* que foram encontrados, com a alimentação elétrica por bateria.

Aprilbrother - <https://blog.aprbrother.com>

Accent-systems - <https://accent-systems.com>

Blueup - <https://blueup.myshopify.com>

Kontakt.io - <https://store.kontakt.io>

- **Alimentados com terminais de conexão.** Neste caso o sinal da máquina poderia ser conectado diretamente ao *beacon*, evitando-se módulos intermédios. O problema deste tipo seria a pouca adaptabilidade, uma vez que apenas aceita 2.7 a 30V DC na entrada. É também o tipo mais caro, pois se comparado com os alimentados por USB, a diferença de preço permite comprar um módulo intermédio para adaptação da alimentação e ainda assim manter o custo inferior.



Figura 21 – *Beacon* alimentado por fonte externa 24V DC.

Blueup - <https://www.blueupbeacons.com>

- **Alimentados através de USB.** Este foi o tipo escolhido, devido à facilidade de adaptação a diferentes sinais das máquinas através do módulo intermédio respetivo. Facilmente se consegue ligar e desligar o *beacon* consoante a máquina esteja ou não a enviar sinal. Se comparados com os alimentados a bateria, estes últimos, iriam obrigar a trabalho adicional para se alterar as ligações elétricas e obter-se a mesma flexibilidade e adaptabilidade que os alimentados por USB.



Figura 22 – Alguns dos *beacons* que foram encontrados, alimentados via USB.

Accent-systems - <https://accent-systems.com>

Beaconzone - <https://www.beaconzone.co.uk>



Figura 23 – Beacon utilizado no sistema. Alimentado por USB e com antena.

(Aprilbrother -<https://blog.aprbrother.com/product/aprilbeacon-306>)

Este último, foi o *beacon* usado neste projeto e adquirido num kit de 3 unidades no *ebay*, com um custo unitário de cerca de 11€ / unidade (camealone 2017). Foi escolhido um *beacon* com antena para aumentar o alcance da transmissão, apesar de que em algumas aplicações o alcance sem antena seja suficiente. Além disso, este é o que tem o custo mais reduzido, entre os encontrados.

Tabela 4 – Comparação entre os *beacons* BLE, alimentados a bateria, terminais e USB.

<i>Características</i> \ <i>Tipo de alimentação</i>	Bateria	Terminais	USB
<b>Custo</b>	Baixo	Moderado	Baixo
<b>Facilidade de Conexão</b>	Difícil	Fácil	Fácil, com adaptador
<b>Adaptabilidade a diferentes tensões de alimentação</b>	Inexistente	Baixa	Alta
<b>Alcance</b>	Moderado	Moderado	Grande, com antena
<b>Soluções</b>	Várias	Limitado	Várias

Além da parte emissora, na constituição do sensor temos a conexão com o sinal da máquina. Foram estudadas algumas possibilidades, tendo em conta diferentes tipos de sinal das máquinas e diferentes formas de os obter. As soluções de adaptação encontradas foram as seguintes:

- No caso de máquinas com relés ou contactores com contactos auxiliares disponíveis, se a máquina tiver alimentação 24V DC, deve ser feita a ligação para dar o sinal do respetivo relé ou contator, em 24V DC. O módulo intermédio que irá fazer a conversão de 24V DC em 5V DC (alimentação do *beacon*), será o seguinte:

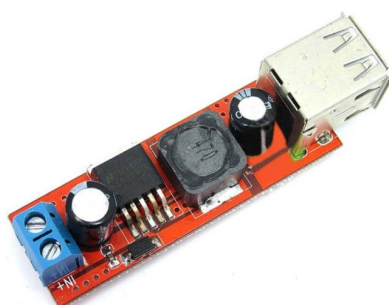


Figura 24 - Placa conversora de 24V DC para 5V DC (USB).

(<https://www.ebay.com/itm/NEW-Dual-USB-Output-DC-DC-Step-Down-Power-Module-9V-12V-24V-36V-to-5V-USB-3A-/222140302524?hash=item33b89804bc>)

Este módulo reduz tensões de 9/12/24 e 36V DC para 5V e já tem a saída USB, o que facilita a ligação. O módulo é posteriormente protegido por uma caixa. Tendo um custo aproximado de 1,30€ mais caixa. Somando o custo do *beacon*, o sensor teria um custo total de 12,30€ mais caixa.

- Caso a alimentação da máquina seja entre 100 e 240V AC, o princípio é o mesmo usado para 24V DC, apenas muda o conversor. A solução encontrada passa por usar um conversor de AC em DC. Este módulo é habitualmente utilizado para carregar o telemóvel e outros dispositivos alimentados por USB. Neste caso deve ser usado em conjunto com um conector fêmea já preparado com terminais, onde será ligado o sinal da máquina.



Figura 25 – Conversor 220 AC em 5V DC com portas USB, ligado a ficha com cabo.

A grande parte das máquinas tem alimentação de 110V ou 220V AC o que permite a utilização desta solução em grande parte dos casos. O conjunto da figura 25, onde falta os terminais, teve um custo total de 4,60€. Somando a este conjunto o *beacon*, o sensor teria um custo de 15,60€.

- Nas máquinas que não possuem relés ou contactores com contactos auxiliares disponíveis, deverá ser o proprietário e utilizador do sistema, o responsável por fornecer o sinal para conetar ao sensor. Nestes casos, o utilizador pode por exemplo aplicar sensores indutivos ou fotoelétricos, em posições que garantam que a máquina está em funcionamento. Para a alimentação dos sensores seria necessária uma fonte de alimentação 24V DC de pelo menos 1A. Esta opção deve ser evitada, pois além de ter custos consideráveis, necessita de trabalhos elétricos para instalação dos sensores e fonte, e posteriores conexões. Esta solução não se enquadra nos requisitos iniciais do sistema, fácil instalação e baixo custo, mas é referida para consideração em casos onde possa ser necessária.

#### 3.2.4. SELEÇÃO DA *GATEWAY* E SUA PROGRAMAÇÃO

A *gateway* tem como função a receção dos sinais emitidos pelos sensores nas imediações, o processamento dessa informação e posterior envio ao servidor. Para a sua construção, era necessário ter em conta que teria de ter capacidade de ser recetor BLE. O dispositivo escolhido foi o *Raspberry Pi 3 Model B*, o qual tem um processador *Broadcom BCM2837 ARMv8 Quad-Core de 1.2GHz*, placa integrada de *Bluetooth 4.1 + BLE e Wi-Fi BCM43438*, e também uma porta *Local Area Network (LAN)* de 10/100 Mbps. O armazenamento é feito através de cartão *MicroSD*, o que facilita a inicialização, as

atualizações ou mesmo a substituição em caso de avaria, trocando-se facilmente de cartão. O *Raspberry* tem outras funcionalidades, mas estas são as mais importantes e que levaram à sua escolha para integrar este projeto e ser a *gateway*. Além da componente técnica, o seu custo vai de encontro ao pretendido para o projeto.



Figura 26 - *Raspberry Pi 3 Model B*. (PCDiga 2018)

Para a construção da *gateway*, foi adquirido um *Raspberry Pi 3 Model B 1GB*, uma fonte de alimentação, uma caixa transparente e um cartão *MicroSD* de 16GB, totalizando 65€. O sistema operativo instalado no *Raspberry* foi o *Raspbian* com a versão de *desktop* (RaspberryPiFoundation 2018). Foi criada uma imagem no cartão *microSD*, tendo esta imagem pré-instalada grande parte do *software* que era necessário. Foi desenvolvida uma aplicação em linguagem *Python 3*, para controlar o módulo de *bluetooth* BLE na procura por transmissões dos *beacons*, processamento dos resultados e envio dos mesmos ao servidor através de pedidos *Uniform Resource Locator* (URL), usando para essa tarefa as bibliotecas “*urllib*” e “*urllib2*”. Para permitir o acesso em *python* ao módulo *bluetooth* BLE do *raspberry*, foi adicionada a biblioteca “*pybluez*” (PyBluez 2004). O funcionamento desta aplicação é demonstrado no fluxograma presente no anexo B. A aplicação criada é baseada na biblioteca “*beacontools*” (citruz 2017). Foram efetuadas alterações, para limitar a informação recebida, apenas aos *beacons* com determinado *Universal Unique Identifier* (UUID). Desta forma, evitou-se a receção de sinais de módulos BLE nas imediações, que não os previamente estipulados. Foram assim reduzidas interferências e controlada a possibilidade de sobrelotação da rede e da comunicação.

Esta aplicação foi adicionada aos serviços do *Raspbian*, para que arranque sempre que o sistema operativo é iniciado e assim permitir que a *gateway* funcione de forma independente, não necessitando de qualquer periférico, tais como, monitor, rato ou teclado. O esquema da figura 27 resume a função da *gateway*.



Figura 27 – Esquema do funcionamento da *gateway*. Receção de sinal do sensor, processamento da informação em *python* e envio da informação via *wi-fi* ou LAN para a Internet.

### 3.2.5. PROGRAMAÇÃO DO SERVIDOR E DA PÁGINA DE INTERNET

Para alojar a base de dados e a página de internet, foi adquirido um alojamento na ptisp ([www.ptisp.pt](http://www.ptisp.pt)). O alojamento escolhido foi o pack inicial, com possibilidade de alojar um domínio. Como o nome inicial era sismon, foi criado o domínio [www.sismon.pt](http://www.sismon.pt). O servidor irá receber as informações enviadas pela *gateway* e armazená-las numa base de dados programada em *mysql*, sistema de gestão de base de dados (SGBD), que utiliza a linguagem *Structured Query Language* (SQL). Para que o utilizador possa aceder à informação da base de dados e posteriormente completar alguns campos, é utilizada uma página de internet. O processamento da informação no servidor foi programado através da linguagem *Hypertext Preprocessor* (PHP) v5.6.4. Os pedidos de informação da página ao servidor foram programados em *Javascript* (JS) + *jQuery*. Para a apresentação da informação obtida do servidor na página, assim como para a parte gráfica, foi utilizado *Hypertext Markup Language* (HTML) e *Cascading Style Sheets* (CSS). Para a programação deste conjunto, foi utilizada a *framework Laravel* v5.4. Na figura 28 é demonstrado o esquema do conjunto servidor e página de internet.

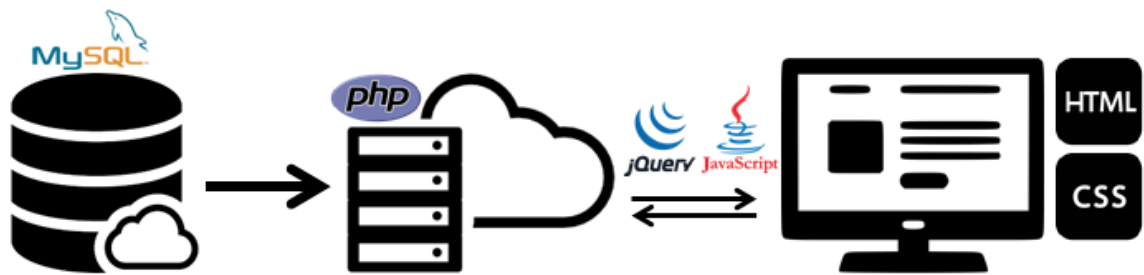


Figura 28 – Esquema do conjunto servidor e página de internet. Envio da informação da base de dados para o servidor e posterior carregamento da página.

A base de dados está organizada em várias tabelas que se relacionam entre si. Na figura 29 é apresentada a estrutura desta.

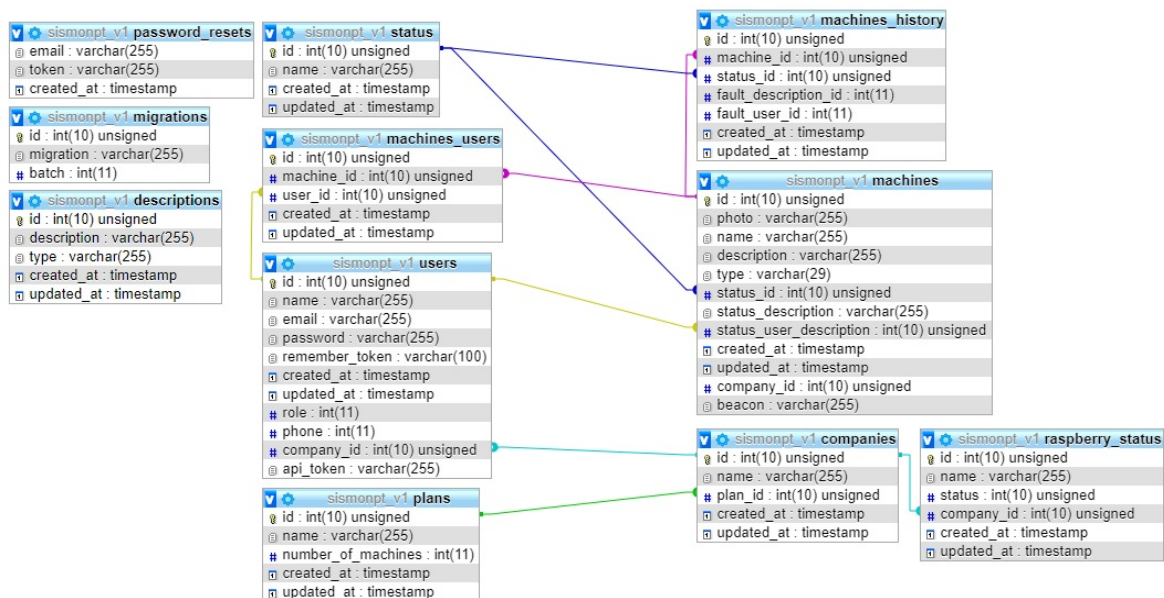


Figura 29 - Base de dados do sistema b-Remote.

A parte principal da base de dados, onde está a informação relativa aos envios da *gateway* para o servidor, está situada na tabela “*machines\_history*”. Aqui é indicado o estado e a data a que ocorreu o registo. Este estado tem um nome, tabela “*status*”, e caso se trate de uma paragem, pode ser-lhe associado uma justificação através da página, tabela “*descriptions*”. Existem diferentes tipos de utilizador, o que permite atribuir permissões e gerir acessos. Um utilizador pode ser atribuído a uma ou várias máquinas da sua empresa. Alguns campos da base de dados não são utilizados atualmente, sendo uma preparação para melhorias futuras. Esses casos são a existência de diferentes planos, a foto associada a

cada máquina e a associação do utilizador à descrição de uma paragem, o que permitirá rastrear quem justifica ou não as paragens.

A informação que está na base de dados será consultada e completada através da página de internet. Para fazê-lo, é necessário um processamento prévio da informação recebida da *gateway* e da que depois será enviada para a página. Este processamento é efetuado no servidor. A comunicação com a *gateway* é baseada na receção dos pedidos de registo na base de dados e no envio das informações necessárias, como por exemplo, os *beacons* a procurar. Em baixo, está a parte do código relativa à criação de rotas que permitem registrar uma alteração de estado de um *beacon* e o envio dos *beacons* a serem detetados pela *gateway*.

```
Route::post('machines/add-history', 'MachinesController@addHistory');  
Route::get('beacons', 'MachinesController@beacons');
```

O fluxograma seguinte refere-se ao processo de registo na base de dados de uma mudança de estado de um *beacon*.

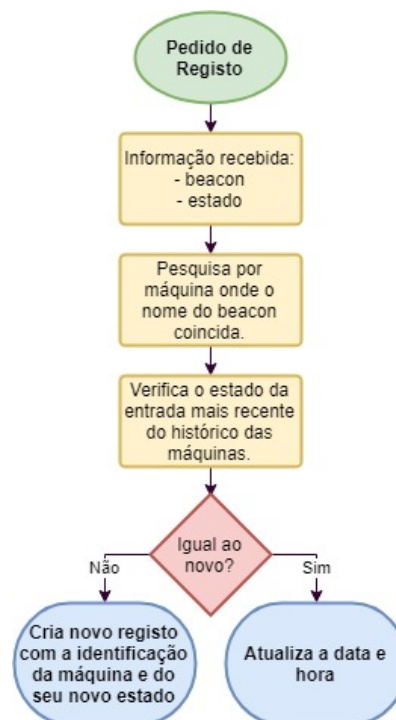


Figura 30 – Fluxograma do código para o registo na base de dados, de uma alteração de estado de um *beacon*, enviada pela *gateway*.

De seguida, um transcrição do código relativo à função *beacons()* que responde ao pedido da *gateway*, sobre quais os *beacons* que esta deve procurar.

```

public function beacons()
{
    $machines = Machine::all();
    $beacons = [];
    foreach ($machines as $machine)
    {
        if (!empty($machine->beacon))
        {
            $aux = [$machine->beacon, $machine->type];
            array_push($beacons, $aux);
        }
    }
    Return response()->json($beacons);
}

```

A informação processada e enviada para a página é organizada de acordo com o que é pretendido mostrar ao utilizador. É também preparada para recolher informações como novos registos de utilizadores, máquinas e justificações de paragens.

### 3.2.6. FUNCIONAMENTO DA INTERFACE (PÁGINA DE INTERNET)

A página, onde opera o HTML e o CSS, permite a visualização da informação, o complemento das informações em falta já referidas e uma interação com o servidor.



Figura 31 – Página de internet do b-Remote.

Na página principal é efetuado o acesso e podem-se consultar informações sobre o sistema. Futuramente está idealizado para servir também de canal de venda. A página é constituída por 5 subpáginas:

- Menu principal;
- Máquinas;
- Paragens;
- Histórico
- Gestão

The screenshot shows the main menu of the b-Remote system. On the left, there is a navigation menu with the following items: Menu Principal, Máquinas, Paragens, Histórico, Gestão, and Sair. The main content area displays a table with the following data:

Máquina	Estado	Desde:	
Máquina 1 Maquina de X	●	2018-07-09 22:23:35	TEM FALHA(s) p/ JUSTIFICAR!
Máquina 2 Maquina de Y	●	2018-07-09 22:23:35	TEM FALHA(s) p/ JUSTIFICAR!
Máquina 3 Maquina de Z	●	2018-07-09 22:23:36	TEM FALHA(s) p/ JUSTIFICAR!

On the right side, there is a section titled 'Últimos eventos' which lists recent events for each machine with their respective status indicators (red for failure, green for operational).

Figura 32 – Menu principal.

No menu principal é possível visualizar rapidamente o estado das máquinas a que se tem acesso. Existe uma informação rápida se alguma das máquinas tem paragens por justificar, além de indicação no lado direito, sobre os últimos eventos.

The screenshot shows the machine details menu for 'Máquina 3 - Máquina de Z'. The page displays the following information:

- Operator: operador\_sopais, email: op.sopais@sismon.pt, ID: 93494
- Machine status: 15m35s (green indicator)
- Time: 2018-07-12 22:16:57
- Machine list: Máquina 1, Máquina 2, Máquina 3
- Intervalo de tempo pretendido: 1h
- No periodo seleccionado de: 1h
- Summary statistics:
  - Nº de paragens: 1
  - Nº de paragens sem justificação: 0
  - Total de tempo em Paragem: 0h:0m:6s
  - Paragem mais comum: Falta de Lubrificante
  - Paragem mais longa: Falta de Lubrificante (0h:0m:6s)
  - Funcionamento no periodo: 99.83%

Figura 33 – Menu da máquina.

Em máquinas, o utilizador, desde que autorizado, pode consultar o estado de uma máquina em particular. Nesta secção, além do estado atual, pode seleccionar um período temporal e serão mostrados indicadores desse período, tais como, nº de paragens, paragens por justificar, total de tempo em paragem, paragem que mais se repete, a mais longa e a percentagem de tempo que esteve em funcionamento. As seleções temporais são realizadas através de pedidos *javascript* + *jquery*. Estas seleções são encontradas em máquinas, histórico e paragens.

The screenshot shows the 'b-Remote' interface for 'Máquina 3 - Máquina de Z'. It includes a sidebar menu with options like 'Menu Principal', 'Máquinas', 'Paragens', 'Histórico', 'Gestão', and 'Sair'. The main content area displays the machine's status as '10m:57s' and a 'Histórico detalhado de máquina' section with a time interval selector set to '1h'. Below this, it shows the most predominant failure: 'Falha mais predominante: Falta de Lubrificante' with 1 occurrence and a total time of 0h:0m:6s. A section titled 'HISTÓRICO de PARAGENS' contains a table with the following data:

DATA	DURAÇÃO	DESCRIÇÃO	ID da FALHA
2018-07-12 22:01:16	0h:0m:6s	Falta de Lubrificante	5043 <a href="#">Editar</a>

At the bottom, there is a footer: 'Todos os direitos reservados - Projeto Sistema de Monitorização de Máquinas'.

Figura 34 – Menu de histórico da máquina.

O histórico permite consultar o registro detalhado de uma máquina. Também tem o seu acesso dependente das permissões do utilizador. Para determinado período, é possível ver a paragem mais predominante, quantas vezes ocorreu, o tempo total que consumiu e o mais importante, a listagem das paragens com data, duração e justificação.



Figura 35 – Menu de gestão de justificações de paragem.

Em Paragens, é gerida a lista de justificações. Cada justificação tem uma identificação invisível, para que desta forma se possa fazer um seguimento e contabilização. Caso esta ainda não exista, pode ser adicionada, assim como, é possível editar ou eliminar uma existente. É ainda possível seleccionar um período e verificar o número total de paragens nas máquinas, as que ainda não estão justificadas, a máquina que mais parou e a que mais tempo esteve parada.



Figura 36 – Menu de gestão.

O menu de gestão permite adicionar, editar e eliminar utilizadores e máquinas. Na adição ou edição de máquinas é possível indicar as máquinas a que um utilizador, do tipo operador, tem acesso. No final é ainda mostrada a indicação do estado do *Raspberry*, permitindo confirmar que há comunicação com a *gateway*.

A página de internet ainda pode ser melhorada graficamente e em termos de funcionalidades.

### 3.2.7. COMPARAÇÃO DO b-REMOTE E REQUISITOS

Para situar o sistema desenvolvido, em relação aos apresentados anteriormente e para verificar as suas características, de acordo com os requisitos definidos no início deste capítulo, foram criadas as seguintes tabelas:

Tabela 5 – Comparação do b-Remote, relativamente aos requisitos dos utilizadores do sistema Mori Net (Edrington, Zhao et al. 2014).

<b>Requisitos</b> <b>Solução</b>	<b>Acessível de dispositivos com acesso à internet</b>	<b>Acesso seguro, defesa contra ataques</b>	<b>Informação permite saber estado da máquina</b>	<b>Fácil acesso à informação</b>	<b>Criar e exportar relatórios .pdf ou .csv</b>
<b>b-Remote</b>	Sim	Não	Sim	Sim	Não
<b>Requisitos</b> <b>Solução</b>	<b>Coleta de dados de qualquer máquina</b>	<b>Acesso via browser, sem aplicação específica</b>	<b>Vários níveis de acesso, visualização diferenciada</b>	<b>Parametrização do envio de alarmes, via SMS e e-mail</b>	<b>Rede informática separada da rede de controlo</b>
<b>b-Remote</b>	Sim	Sim	Sim	Não	Sim

Tabela 6 – Verificação do b-Remote em função dos requisitos estabelecidos para o seu desenvolvimento.

<b>Requisitos</b> <b>Solução</b>	<b>Fácil e rápida instalação</b>	<b>Flexível e independente da instalação atual ou alterações futuras</b>	<b>Utilização simples e intuitiva</b>	<b>Acessível em tempo real e remotamente</b>	<b>Baixo Custo</b>
<b>b-Remote</b>	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim



# 4. SIMULAÇÃO DO PROTÓTIPO

## 4.1. ENSAIOS

Após a conclusão da primeira versão do protótipo, iniciaram-se as simulações. Estas correspondem ao 5º passo do modelo DNP que se seguiu durante este trabalho e visa a validação técnica da solução. Iniciou-se esta fase com os ensaios preliminares para correção de erros e melhorias do protótipo. Durante os primeiros ensaios, surgiu a questão de poder haver máquinas com funcionamento contínuo, em que o sinal será sempre fixo para transmitir funcionamento, e outras com funcionamento em impulso, como é o exemplo de uma prensa, em que o sinal será dado após determinado movimento da máquina. Enquanto no primeiro caso, podemos considerar a máquina parada imediatamente após a perda do sinal, no segundo caso, é necessário ter em conta o tempo para que novo impulso ocorra. Por este motivo, o tempo para considerar que uma máquina deste tipo parou, tem de ser superior. Foi ainda verificado que do lado do servidor, não era possível saber se a *gateway* estava a transmitir dados. Podendo haver períodos de funcionamento ou paragem da máquina, que não correspondiam à realidade. Para fazer face a esta limitação, foi adicionado à *gateway*, um pedido periódico de registo ao servidor, para garantir a existência de comunicação. Do lado do servidor, foi criado um serviço

periódico de verificação do estado da *gateway*, que em caso de falha, forçará o estado de todas as máquinas a “parado”. Após uma falha, quando é detetada comunicação novamente, é forçado o estado de todas as máquinas a “em funcionamento”. Esta alteração ajudou no diagnóstico de falhas de comunicação, mas precisa ser melhorada, pois apesar de ter reduzido bastante a perda de informação, ainda não a eliminou.

## 4.2. SIMULAÇÃO INICIAL

### 4.2.1. DESCRIÇÃO

O primeiro teste foi realizado em ambiente laboratorial e teve duas fases:

- A primeira fase foi realizada dentro de uma habitação. Um dos objetivos desta simulação era verificar o comportamento do sistema em espaços fechados, o alcance e a influência das paredes e obstáculos na transmissão. Outro objetivo era controlar a capacidade da *gateway* para funcionar durante períodos longos e a sua capacidade para fazer vários envios para o servidor sem sobrecarregar o sistema nos dois lados. Para a realização desta simulação, foram distribuídos os *beacons* por divisões específicas da habitação e registado o funcionamento durante determinados períodos. Foram efetuadas quatro configurações diferentes.
- A segunda com a *gateway* dentro e o sensor fora. Consistiu na verificação do alcance e do comportamento do sistema em campo aberto. Nesta simulação foi verificada ainda a possibilidade de aceder ao sistema através da rede móvel, num telemóvel. A *gateway* manteve-se na mesma posição da fase anterior. Foi conectado um *beacon* a uma bateria móvel com porta USB e verificada a receção de sinal do através de um telemóvel com acesso à página da internet. Esta verificação foi efetuada sensivelmente de cinco em cinco metros.

### 4.2.2. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

Neste ponto são apresentadas as características e configurações de cada fase desta simulação e são mostrados os respetivos resultados obtidos, com breves conclusões. Na primeira fase, os seguintes parâmetros foram mantidos em todas as configurações:

- *Beacon* 1 e 2 do tipo “contínua”, *beacon* 3 do tipo “pulso”;
- *Gateway* pesquisa por *beacons* a cada 500ms;

- Considerada paragem após 2,5s sem sinal do *beacon* para “contínua” e 5s para “pulso”;
- *Gateway* envia informação sobre o estado da comunicação a cada 9,5s;
- Servidor verifica se existe comunicação com *gateway* a cada minuto e considera falha de comunicação com *gateway* ao fim de 31s;

**Configuração 1** – duração de 17 horas:

- *Beacon 1* na mesma divisão da *gateway* e a cerca de 4 metros;
- *Beacon 2* e 3 separados da *gateway* por uma divisão, duas paredes e a cerca de 7 metros;

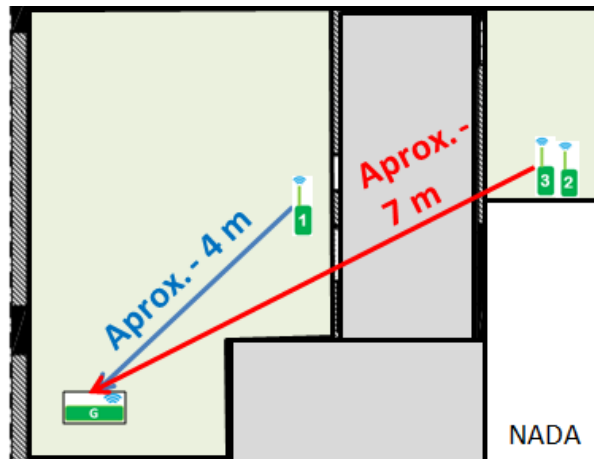


Figura 37 – Esquema da configuração 1.

Com a configuração 1 não se verificou qualquer paragem. A simulação durou 17 horas e teve os *beacons* 2 e 3 separados da *gateway* por duas paredes e uma distância de 7 metros.

**Configuração 2** – duração de 18 horas:

- *Beacon 1* na mesma divisão da *gateway* e a cerca de 4 metros;
- *Beacon 2* separado da *gateway* por uma divisão, duas paredes e a cerca de 7 metros;
- *Beacon 3* separado da *gateway* por uma divisão, uma parede dupla, uma simples, um armário e a cerca de 7 metros;

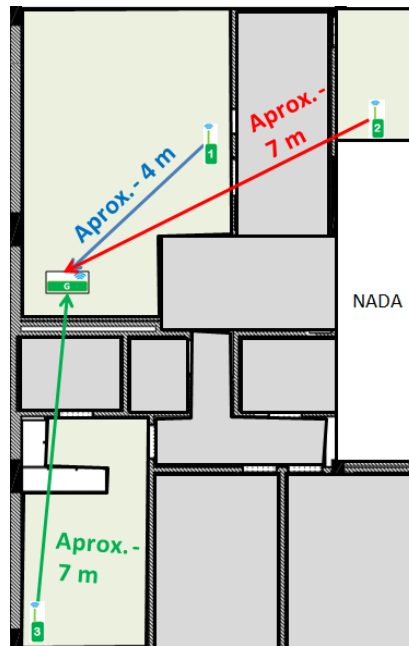


Figura 38 – Esquema da configuração 2.

Tabela 7 - Resultados da configuração 2.

Beacon	Hora	Duração	Causa	Resolução
3	0h20m49s	48s	Obstáculos no caminho, duas paredes e um armário grande em madeira.	É habitualmente impossível receber sinal da rede wi-fi neste local. O router está localizado no mesmo local da gateway.  A única solução é a colocação de repetidor wi-fi a meio (solução utilizada para o wi-fi) e outra gateway mais próxima do beacon 3.
	4h8m3s	19s		
	4h8m34s	21s		
	4h9m1s	23s		
	4h9m53s	20s		
	4h10m19s	12s		
	4h10m46s	23s		
	4h11m29s	14s		
	4h11m48s	14s		
	4h12m7s	37s		
	4h12m55s	14s		
	4h13m14s	22s		
	4h13m41s	21s		
	4h14m21s	15s		
	4h14m41s	15s		
	4h15m45s	49s		
	4h25m42s	12s		
10h54m1s	16m36s			
Verificaram-se ainda mais 45 paragens inferiores a 10s, com a mesma causa. Dessas 45 paragens, 39 foram no período entre as 3h39m41s e as 4h26m43s.				

Com a configuração 2, verificaram-se 63 falsas paragens. A maioria destas foi registrada no período compreendido entre as 3h39m41s e as 4h26m43s, onde ocorreram 55 incidências. A causa para estas paragens é atribuída à localização do *beacon* 3. A uma distância de 7 metros e separado por duas paredes da *gateway*, uma delas dupla, e por um armário, num local onde habitualmente não se consegue captar sinal de *wi-fi*. É interessante verificar que apesar de todas as falsas paragens, existiram ainda períodos longos de funcionamento. A solução para um caso idêntico a este teria de passar pela colocação de uma *gateway* mais próxima do *beacon* 3.

**Configuração 3** – duração de 17 horas:

- *Beacon* 1 separado da *gateway* por uma parede e a cerca de 5 metros;
- *Beacon* 2 separado da *gateway* por uma divisão, duas paredes simples e a cerca de 7 metros;
- *Beacon* 3 separado da *gateway* por uma divisão, uma parede simples e uma dupla, e uma distância de 2 metros;

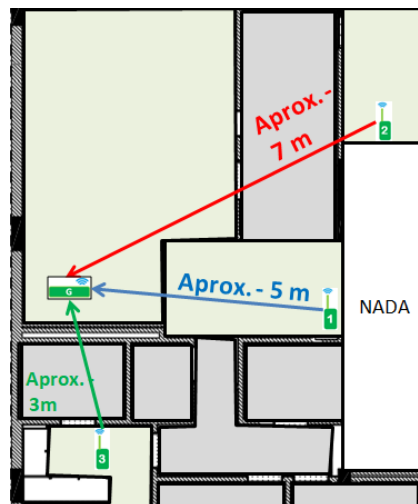


Figura 39 – Esquema da configuração 3.

Na configuração 3, o beacon 2 manteve a posição, o nº1 foi movido para outra divisão onde não era esperado qualquer problema e o nº3 foi aproximado da *gateway*. Não foram registadas paragens. Realçando o caso do beacon 3, a diferença para a configuração anterior, são 4 metros e um armário de madeira.

**Configuração 4** – duração de 21 horas:

- *Beacon 2* separado da *gateway* por quatro paredes, uma delas dupla e a cerca de 10 metros;

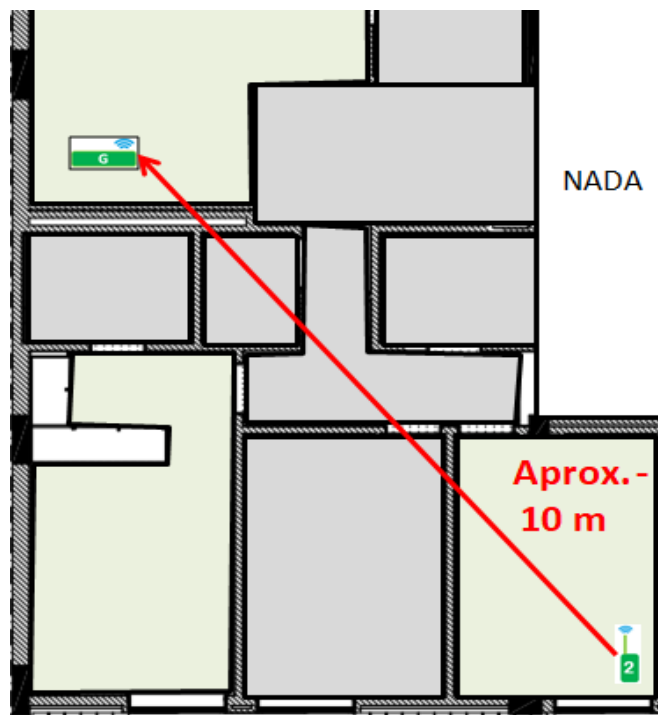


Figura 40 – Esquema da configuração 4.

Tabela 8 - Resultados da configuração 4.

Info. Beacon	Hora	Duração	Deteção pela <i>gateway</i>	Causa e Resolução
1	0h - 18h37	18h37m	Sem deteção do sinal do <i>beacon</i>	Sem alcance, <i>wi-fi</i> também sem alcance no local do <i>beacon 2</i> .
	18h37 – 19h15	0h38m	2 deteções do sinal, gerando 2 falsas paragens	A única solução é a colocação da <i>gateway</i> a meio (solução utilizada para o <i>wi-fi</i> ).
	19h15 - 20h02	0h47m	Deteções intermitentes do sinal, geraram 65 falsas paragens	
	20h02 – 21h	0h58m	Sem deteção do sinal do <i>beacon</i>	

Na configuração 4 apenas foi utilizado o *beacon 2* para simular um ponto interno com maior afastamento. Foi verificado que há períodos longos (horas) sem qualquer receção de

sinal e outros mais curtos em que ocorreram várias deteções intermitentes que geraram o registo de 65 falsas paragens em apenas 47 minutos, o que dá uma média de mais do que uma paragem por minuto. Uma aplicação deste género não seria viável sem a colocação da *gateway* mais próxima do *beacon* 1.

Na segunda fase da simulação, o *beacon* 1 foi transportado para fora da habitação e verificada a receção de sinal em campo aberto. Na figura 41 é demonstrado o esquema desta simulação:

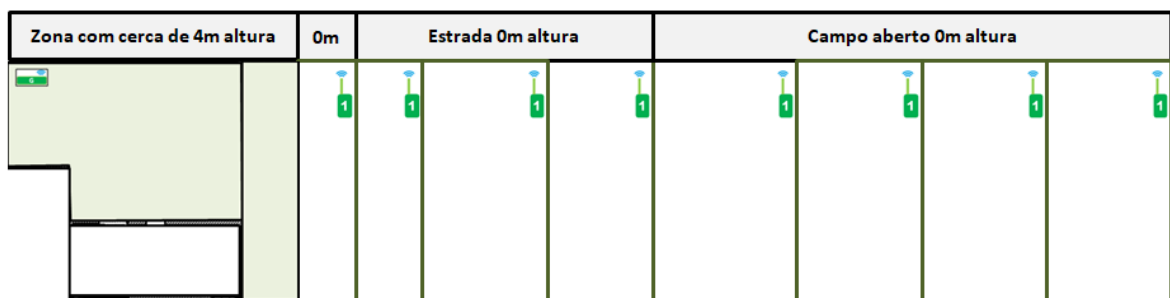


Figura 41 – Esquema da segunda fase da simulação. Verificação do alcance do sinal do beacon em campo aberto.

Os resultados obtidos são os apresentados na figura 42:

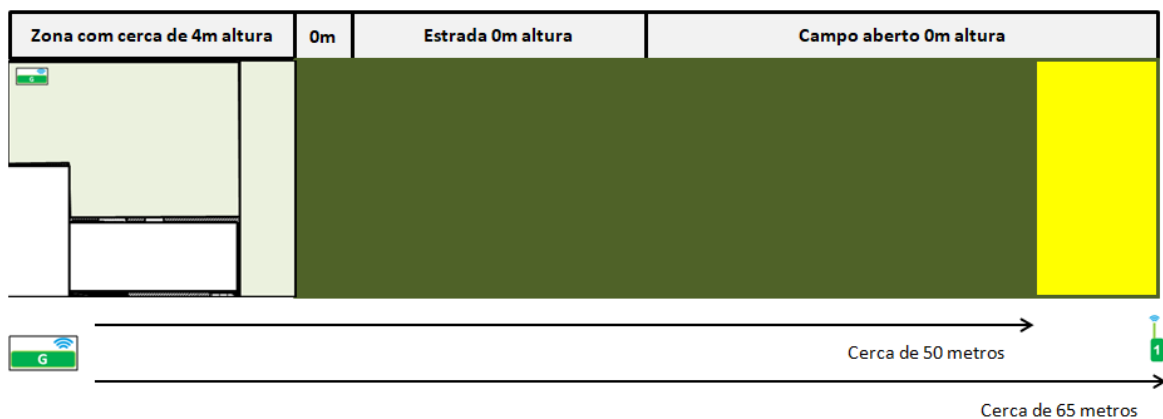


Figura 42 – Resultados da simulação para verificação do alcance do sinal do *beacon* em campo aberto.

Foi verificado que até cerca de 50 metros, é possível receber o sinal sem falhas. A partir deste ponto e até cerca de 65 metros, a receção é possível, mas com falhas. Foi ainda verificado que no piso inferior ao da *gateway*, não é possível receber qualquer sinal.

Tabela 9 – Resultados das diferentes configurações.

<b>Config.</b> <b>Dados</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2ª fase</b>
<b>Duração teste (h)</b>	17	18	17	21	-
<b>Nº de beacons</b>	3	3	3	1	1
<b>Distância máxima (m)</b>	7	7	7	10	50
<b>Nº falhas</b>	0	63	0	67	-
<b>Resumo final</b>	Funcionou corretamente	Várias falsas paragens de curta duração devido à dificuldade de receção do sinal do <i>beacon</i> 3.	Funcionou corretamente	Sem deteção de sinal do <i>beacon</i> por longos períodos (h), com pequenos períodos de receção com muita intermitência.	Receção ok até 50m e com intermitências até 65m.

Os resultados da simulação inicial foram satisfatórios no que diz respeito ao alcance e ao funcionamento do sistema. Foi considerado que o protótipo estava apto para simulação em fábrica.

### 4.3. SIMULAÇÃO EM FÁBRICA

#### 4.3.1. DESCRIÇÃO

A simulação foi realizada em ambiente produtivo, na fábrica da empresa Sopais ([www.sopais.pt](http://www.sopais.pt)), onde são produzidos componentes metálicos. No pavilhão onde ocorreu a simulação, existem maioritariamente prensas, separadas por alguns metros ao longo do pavilhão. A máquina escolhida é uma das mais afastadas do local onde se colocou a

*gateway*, contudo testes efetuados com a bateria portátil revelaram que toda a área do pavilhão comunicava perfeitamente.



Figura 43 – Momento em que é alimentado o sensor e enviado o sinal para a *gateway*.

Inicialmente foi analisado o funcionamento da máquina em causa, para encontrar o contator ou relé correto, para obter o sinal de funcionamento. Analisando o esquema elétrico e observando a máquina em funcionamento, foi determinado que o contator correto seria o “KA6”, até porque era o único com um contacto auxiliar livre. Como as fontes de alimentação da máquina eram a 24 e 110V AC, foi necessário encontrar uma alternativa com 24V DC ou 220V AC. No caso da fonte de 24V DC, além do custo, faltava espaço para a aplicar e necessitaria sempre de alimentação 220V AC. Como foi identificada uma tomada elétrica na parede, a cerca de 2 metros da máquina, foi optado por utilizar esta fonte de alimentação para a simulação. Passou-se a fase pelo contacto auxiliar livre do contator “KA6” e alimentou-se diretamente um transformador de 220V AC para 5V DC, onde estava conectado o *beacon*. Na figura 44 é representado o esquema da ligação efetuada.

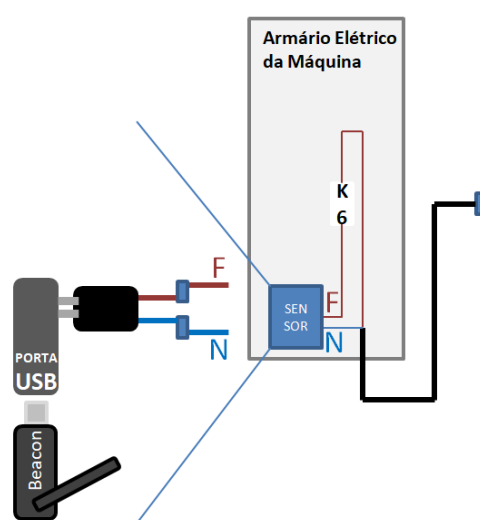


Figura 44 – Esquema da ligação elétrica efetuada na máquina.

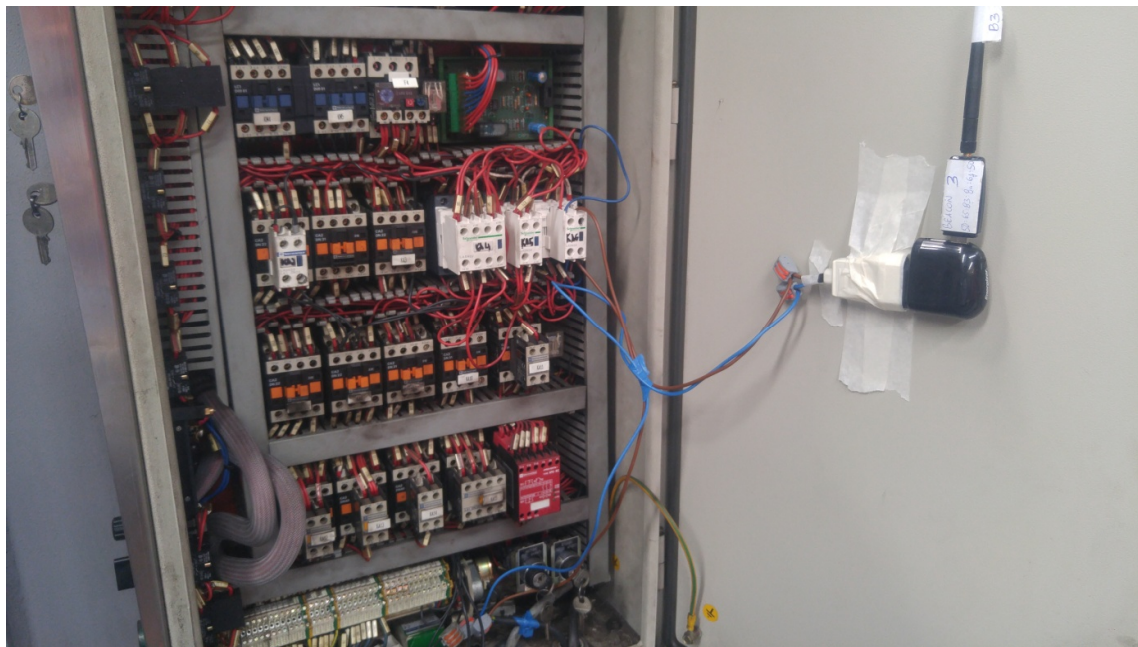


Figura 45 – Sensor aplicado na porta da máquina e alimentado pelo contator “KA6”.

A configuração inicial utilizada na *gateway* foi a seguinte:

- *Beacon* do tipo “pulso”;
- *Gateway* pesquisa por *beacons* a cada 500ms;
- Considerada paragem após 5s para “pulso”;
- *Gateway* envia informação sobre o estado da comunicação a cada 9,5s;
- Servidor verifica se existe comunicação com *gateway* a cada minuto e considera falha de comunicação com a *gateway* ao fim de 31s;

### 4.3.2. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

Os resultados obtidos no primeiro dia apresentaram um número elevado de micro paragens. Estas paragens eram reais, mas correspondiam a um período inevitável de inserção de produto na máquina e de limpeza de resíduos. Em concordância com o utilizador da empresa, foi decidido aumentar o tempo para ser considerada uma paragem, pois as micro paragens não deveriam ser consideradas. Durante esse dia foi registrado um total de 81 paragens, das quais, apenas 37 tiveram duração superior a 20 segundos (aproximadamente 46%). Na figura 46 é possível ver o registro entre as 16h e as 17h, período em que houve mais paragens.

2018-05-18 16:51:07	0h:1m:48s	-	4159	<a href="#">Editar</a>
2018-05-18 16:44:34	0h:3m:10s	-	4157	<a href="#">Editar</a>
2018-05-18 16:38:07	0h:0m:16s	-	4155	<a href="#">Editar</a>
2018-05-18 16:37:24	0h:0m:17s	-	4153	<a href="#">Editar</a>
2018-05-18 16:36:42	0h:0m:29s	-	4151	<a href="#">Editar</a>
2018-05-18 16:32:24	0h:0m:1s	-	4149	<a href="#">Editar</a>
2018-05-18 16:28:37	0h:0m:2s	-	4147	<a href="#">Editar</a>
2018-05-18 16:28:15	0h:0m:0s	-	4145	<a href="#">Editar</a>
2018-05-18 16:25:37	0h:0m:2s	-	4143	<a href="#">Editar</a>
2018-05-18 16:24:19	0h:0m:3s	-	4141	<a href="#">Editar</a>
2018-05-18 16:22:45	0h:0m:3s	-	4139	<a href="#">Editar</a>
2018-05-18 16:22:05	0h:0m:2s	-	4137	<a href="#">Editar</a>
2018-05-18 16:21:52	0h:0m:8s	-	4135	<a href="#">Editar</a>
2018-05-18 16:21:41	0h:0m:5s	-	4133	<a href="#">Editar</a>
2018-05-18 16:20:59	0h:0m:12s	-	4131	<a href="#">Editar</a>
2018-05-18 16:20:37	0h:0m:9s	-	4129	<a href="#">Editar</a>
2018-05-18 16:20:20	0h:0m:5s	-	4127	<a href="#">Editar</a>
2018-05-18 16:20:07	0h:0m:4s	-	4125	<a href="#">Editar</a>
2018-05-18 16:12:11	0h:1m:18s	-	4123	<a href="#">Editar</a>

Figura 46 – Registo de paragens da máquina entre as 16 e as 17h.

Neste período é possível verificar apenas 4 paragens superiores a 20 segundos, num total de 19, apenas aproximadamente 21% do registo, foi de real utilidade. Foi efetuado mais um dia de testes com esta configuração, mas o resultado foi idêntico. Um total de 44 paragens registradas, apenas 13 superiores aos 20 segundos, o que representa aproximadamente 30% de registos úteis. No seguimento da análise efetuada aos resultados dos dois dias de teste, foi decidido aumentar o tempo para se considerar uma paragem, de 5 para 25 segundos.

Durante um período de análise de três dias, foram registadas:

- 32 paragens no 1º dia, 20 das quais com interesse para avaliação pelo utilizador;
- 28 paragens no 2º dia, das quais 23 com interesse;
- 3 paragens no 3º dia e nenhuma com interesse, pois são paragens de repouso, já esperadas.

A diferença do número de paragens nos 3 dias é justificável pela utilização, nos primeiros dois, de uma ferramenta que não era originalmente da máquina, o que leva à formação de mais resíduos e à necessidade de limpeza com maior frequência. No total dos 3 dias, foram registadas 53 paragens, 45 com interesse, totalizando aproximadamente 85%. A alteração efetuada permitiu obter registos que permitem ao utilizador uma análise mais filtrada.

Tabela 10 – Resumo de 2 simulações, durante 5 dias, na fábrica da Sopais.

Dados \ Simulação	Simulação 1		Simulação 2		
	Sim. 1 - Dia 1	Sim. 1 - Dia 2	Sim. 2 - Dia 1	Sim. 2 - Dia 2	Sim. 2 - Dia 3
<b>Nº paragens</b>	81	44	32	28	3
<b>Paragens c/interesse</b>	37 (46%)	13 (30%)	20 (63%)	23 (82%)	0 (0%)
<b>Resumo</b>	Necessário reajustar tempo para paragem	Necessário reajustar tempo para paragem	Ferramenta não original na máquina, a % melhorou	Ferramenta não original na máquina, a % melhorou	Apenas 3 paragens, todas paragens previstas.

Nos dias seguintes o sistema continuou em funcionamento, sendo verificado que com uma frequência quase diária, o processo que corre na *gateway* bloqueia, sendo necessário reiniciá-lo. Uma das causas prováveis poderia ser uma sobrecarga no envio de informações para o servidor, por esse motivo foi aumentado o período com que a *gateway* envia informação sobre o estado da comunicação, de 9,5s para 30s. Esta alteração não teve melhorias significativas ou perceptíveis. Por esse motivo, foi analisado o processo e verificado que o bloqueio estava a acontecer na rotina criada para que a *gateway* consultasse o servidor sobre os *beacons* a detetar. Esta rotina foi criada para que fosse possível enviar um sensor e adicioná-lo no sistema, ou alterar o seu modo de funcionamento, sem ser necessário aceder fisicamente à *gateway*. O pedido ao servidor

estava a ser efetuado a cada 20s, um período curto, pois nesta fase de testes, poderia ser necessário uma alteração rápida. Para resolver o problema, foi aumentado este tempo para 30 minutos, pois numa aplicação real, este ou um período superior, será suficiente. Esta alteração resolveu o problema dos bloqueios do processo por causa desta rotina. Contudo, o processo continua a bloquear, ainda que muito esporadicamente, no envio do estado dos sensores para o servidor. Esta rotina em caso de falha no envio ao servidor é repetida com intervalos curtos, até ter sucesso. As limitações esporádicas na comunicação internet, são vistas como a causa mais provável para este problema, levando a uma sobrecarga no pedido de envio e ao bloqueio do processo.



# 5. PLANO DE NEGÓCIO

## 5.1. DESCRIÇÃO

Este capítulo corresponde ao 6º e último passo do modelo DNP seguido, o qual se baseou no modelo BAH (apresentado em 2.4.1). Neste âmbito, com o objetivo de avaliar a viabilidade da criação de uma empresa para comercialização do novo produto, foi realizado um plano de negócio, o qual foi submetido ao PPEPP. A elaboração do plano foi iniciada com a realização do modelo de negócio Canvas segundo (Osterwalder and Pigneur 2010) e posteriormente o modelo de negócio e o de análise financeira. O modelo Canvas foi sendo atualizado em paralelo com a elaboração do modelo negócio.

No âmbito do modelo de negócio, foi realizada a seguinte análise de mercado:

- Primeiro verificou-se os sistemas ou produtos existentes que poderiam ser concorrentes, substitutos ou complementares;
- Posteriormente, foram avaliadas as vantagens e as desvantagens competitivas do sistema b-Remote face à possível concorrência;
- Na fase seguinte, procurou-se definir o perfil dos clientes-alvo, baseado em dados obtidos no portal PORDATA. Ainda com os dados recolhidos, foi verificada a dimensão do mercado e o potencial de crescimento para o negócio;

- Na análise da concorrência e do meio envolvente, primeiro foram identificados os concorrentes mais diretos e depois foram analisadas as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, *Strength, Weakness, Opportunities, Threats* (SWOT), para avaliação das vantagens e desvantagens face à concorrência, assim como as oportunidades e ameaças do mercado em que o sistema se insere. Ainda no âmbito do meio envolvente, foi realizada uma antevisão de possíveis cenários futuros e tendências, primeiro uma versão otimista e depois uma pessimista;

Foi também efetuada uma análise de Marketing onde se:

- Posicionou a solução perante as da concorrência;
- Realizou um *marketing-mix*, focado no produto, preço, canais de distribuição e comunicação;

Para concluir o modelo de negócio foram analisadas as operações e o impacto socioeconómico da empresa. Esta análise consistiu em:

- Verificar os conhecimentos e capacidades necessárias para a empresa, os recursos humanos, as instalações e a cadeia de valor associada.
- Analisar a influência da empresa no meio envolvente, no que diz respeito à possibilidade de parcerias e geração de emprego qualificado.

O modelo financeiro foi efetuado para 5 anos de exploração. Neste modelo, foi efetuado o seguinte:

- Definidos preços de venda para os produtos e previsões de vendas.
- Definidas estratégias de gastos e em consonância, analisados os custos totais e necessidades financeiras da empresa.
- Determinação de indicadores importantes para a avaliação do investimento, tais como, o *break-even*, o *payback*, o ROI, a TIR, o VAL e a taxa de crescimento no último ano de exploração.

## **5.2. MODELO DE NEGÓCIO E DE ANÁLISE FINANCEIRA**

A elaboração do modelo Canvas permitiu orientar e definir a estratégia, resumindo o modelo de negócio em apenas uma página, consultável no anexo C. O modelo de negócio foi elaborado seguindo os passos indicados no ponto anterior e integra o plano sucinto de

negócio que está disponível para consulta no anexo D. No âmbito deste modelo e através de dados do portal PORDATA relativos a 2016 (PORDATA 2016), foi possível determinar a curva ABC relativamente ao perfil dos clientes do sistema e classificá-los da seguinte forma:

- A – Microempresas, 96%.
- B – Pequenas empresas, 3%.
- C – Empresas dimensão média, 1%.

Os dados do (PORDATA 2016) permitiram ainda determinar que no mercado português existe um total de 66953 empresas no sector das indústrias de transformação. Dessas empresas, 66632 (99,9%) são PME`s. Em conjunto, as empresas da área metalomecânica, têxtil e alimentar perfazem 33031 empresas. Foi definido que no 1º ano de operação, o objetivo seria chegar a 38 dessas empresas, um total de 0,33% do mercado.

A análise SWOT realizada é apresentada nas tabelas seguintes:

Tabela 11 – Vantagens e desvantagens da análise SWOT do b-Remote.

<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Baixo Custo	Canais de vendas por desenvolver
Fácil instalação e utilização intuitiva	Organização pequena e em desenvolvimento, marca desconhecida dos clientes.
Acessível em qualquer parte com acesso à internet.	Possíveis dificuldades no desenvolvimento de melhorias e implementação de novas funcionalidades devido à dimensão inicial da estrutura.
Arquitetura de sistema simples, com facilidade de integrar outras tecnologias, o que permite crescimento futuro;	
Possibilidade de fidelizar empresas, tornando-se parceiros na caminhada para o I4.0.	

Tabela 12 - Oportunidades e ameaças da análise SWOT do b-Remote.

Oportunidades	Ameaças
Aplicação do sistema em outras indústrias que não fazem parte do objetivo inicial;	Desenvolvimento de solução idêntica pela concorrência;
Fusão/Parceria com outros concorrentes para atingir outras empresas;	Crescimento dos clientes e procura por sistema mais avançado;
Necessidade e abertura do mercado para investimento em novas tecnologias, para redução de custos e otimização de processos e principalmente para integrar a Indústria 4.0.	Crise económica;
Escassez de competição no mercado das micro e pequenas empresas;	Fim de fabrico do tipo de beacons utilizados, o que obrigaria a encontrar outros com possível influência na margem de lucro;
Possibilidade de trabalhar com grandes margens.	

Relativamente ao marketing, foi definido o posicionamento do sistema perante o mercado em que se insere. Em baixo algumas das características mais importantes:

- Intuitivo, de fácil instalação;
- Facilidade de acesso remoto;
- Baixo custo;
- Histórico de dados, ilimitado, consultável a qualquer momento;
- Introdução ao paradigma Indústria 4.0;

Ainda relacionado com o marketing, foi definido o produto, o preço, os canais de distribuição e comunicação. A tabela seguinte apresenta os resultados da análise.

Tabela 13 – Produtos, preço e canais de distribuição e venda do b-Remote.

Produto		Preço
Pack inicial <i>hardware</i> (3 sensores + <i>Gateway</i> )		195€
Licença de <i>software</i> anual		70€
<i>Upgrade</i> 5 máquinas (HW+SW)		160€
Contratos de assistência e consultoria (pack 10 horas)		500€
Canais de distribuição e comunicação		
Equipa de vendas	Venda online (página internet)	Email e telefone

O modelo de análise financeira foi realizado recorrendo à ferramenta disponibilizada pelo IAPMEI, chamada *FINICIA* (IAPMEI 2016). Esta análise permitiu obter os indicadores para avaliação e validação do investimento e do potencial do negócio. É possível consultar o modelo de análise moderada no anexo E e o otimista no anexo F. Os indicadores mais importantes, obtidos na análise moderada, são mostrados na tabela seguinte.

Tabela 14 – Indicadores e dados para avaliação do investimento no b-Remote.

Indicadores e dados	Valores
<b>Break-even</b>	3 anos
<b>Necessidade de investimento de sócios (3 anos)</b>	30.000€
<b>Necessidade de empréstimo bancário (3 anos)</b>	47.500€
<b>Payback</b>	4 anos
<b>TIR</b>	55,87%
<b>VAL (Perspetiva proj. pós financiamento)</b>	293.670€
<b>Taxa crescimento (último ano)</b>	52%
<b>ROI (último ano)</b>	45%
<b>Faturação anual (último ano)</b>	684.322€

### **5.3. PARTICIPAÇÃO NO PPEPP**

O programa de promoção do empreendedorismo no Politécnico do Porto (PPEPP), é desenvolvido em parceria com a oficina de transferência de tecnologia e conhecimento do Politécnico do Porto (OTIC.IPP). O objetivo deste é a captação e geração de ideias de negócio que possam gerar valor, assim como, possibilitar que os participantes adquiram competências básicas de planificação, criação e desenvolvimento de novos negócios (ampn 2017). Este programa incluiu diversas sessões de formação e orientação ao longo do ano de 2018. No fim do programa, diversas ideias e os seus planos de negócio foram submetidos para análise por um júri. Foi realizada uma apresentação final perante esse júri em formato “*Pitch*”, dispondo-se de 12 minutos para apresentar a ideia e o seu plano de negócio.

A avaliação recebida do júri foi positiva, com algumas anotações para melhoria do plano de negócio, tais como, o facto de as despesas da empresa assentarem na sua maioria em custos de deslocações, o que pode ser problemático. Na classificação final do programa, foi atribuído o 1º lugar ao projeto b-Remote e em resultado desta, foi recebido o convite para a representação do Instituto Politécnico do Porto no programa Poliemprende, a realizar-se em Setembro de 2018.

# 6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

## 6.1. CONCLUSÕES

Em virtude do que foi mencionado nesta dissertação, a monitorização de máquinas é essencial para que as empresas acompanhem a revolução industrial em curso e para que os seus gestores de processos produtivos possam tomar decisões corretas e atinjam os seus objetivos.

A pesquisa de dados de mercado realizada, indicou que a maioria das empresas em Portugal são PME's e que ainda tem máquinas por monitorizar, ou na grande maioria dos casos, não utilizam monitorização. Por questões relacionadas com o custo e a complexidade dos sistemas existentes, estas empresas representam uma oportunidade para um sistema que preencha as suas necessidades de uma forma técnica e comercialmente viável.

O sistema desenvolvido integra-se com as máquinas existentes de uma forma não intrusiva. A comunicação entre as diferentes partes é sem-fios e estas são económicas, o que o torna modular e de baixo custo. A consulta deste é flexível, através de qualquer dispositivo com acesso à internet, e a interação é simples e intuitiva.

A simulação inicial em laboratório e a seguinte em ambiente industrial, validaram tecnicamente o sistema. Os resultados demonstram um bom alcance e imunidade a interferências, assim como, facilidade de instalação e intuitividade na utilização. Atestam ainda a possibilidade de monitorizar em tempo real e remotamente, através de qualquer dispositivo ligado à internet.

O plano de negócio realizado valida este negócio pelos resultados dos seguintes indicadores, *break-even* de 3 anos, *payback* de 4 anos, TIR de 55,87%, VAL na perspetiva do projeto pós financiamento de 293.670€ e ROI de 45% no último ano.

O projeto b-Remote está validado tecnicamente e comercialmente, tendo obtido o 1º lugar do concurso do PPEPP. A fase final ocorreu no dia 8 de Julho de 2018 no Porto.

O projeto foi também apresentado na 8ª Conferência “*Business Sustainability 2018*”, a 9 de Novembro de 2018 na Póvoa de Varzim.

## **6.2. TRABALHOS FUTUROS**

O protótipo do sistema apresenta alguns pontos onde deve ser melhorado futuramente e outros onde pode ser acrescentado valor ao produto.

Um dos pontos a melhorar é o processo de comunicação da *gateway* ao servidor, a indicar que está em funcionamento e sempre que pretende enviar alguma informação. Quando se deixa de detetar o sinal da *gateway*, ao retomar a ligação, o servidor poderia fazer um pedido à *gateway* sobre o estado atual de cada sensor e não aguardar por uma alteração de estado. Relativamente ao envio de informação, por vezes ocorrem bloqueios do processo da *gateway* neste ponto, obrigando a reiniciá-la.

Um ponto para acrescentar valor ao produto, será a melhoria gráfica da página de internet e a implementação de funcionalidades que foram pensadas, mas não desenvolvidas por se tratar de um protótipo. Estas seriam a capacidade de escolha do período temporal para visualização dos dados, exportar relatórios de atividade em .pdf e .csv, o envio de e-mails com notificações e a possibilidade de inserção manual das quantidades previstas, produzidas e rejeitadas, para determinação automática do OEE.

O sistema pode ser expandido futuramente, para a sua comunicação com PLCs e outros sistemas dos clientes, incorporando mais dados e compartilhando-os. Desta forma, pode ser usada a capacidade de transmissão de informação do pacote de dados do BLE.

Existe oportunidade para o estudo e desenvolvimento futuro de um sistema paralelo e integrável com o b-Remote, na área da localização, dentro do espaço fabril, utilizando-se as *gateways* do b-Remote, pois já estão preparadas para comunicar com emissores BLE.



## *Referências Bibliográficas*

ampn. (2017). "OFICINA DE INOVAÇÃO | PPEPP." Consultado a 02, 2018, em [www.estg.ipp.pt/noticias/oficina-de-inovacao-ppepp](http://www.estg.ipp.pt/noticias/oficina-de-inovacao-ppepp).

ARMLtd. (2016). "BLE modes and profiles." Consultado a 08, 2018, em [www.docs.mbed.com/docs/ble-intros/en/latest/Introduction/BLEInDepth/](http://www.docs.mbed.com/docs/ble-intros/en/latest/Introduction/BLEInDepth/).

Ávila, P. (2017). Cálculo do OEE. ISEP.

Bandinelli, R. and M. J. I. P. V. Tucci (2004). "IT Solutions Advantages and Drawbacks for Different Level of Plant Distributed Simulation, Planning and Control." **37**(4): 455-460.

Bhuiyan, N. J. J. o. I. E. and management (2011). "A framework for successful new product development." **4**(4): 746-770.

Bierman Jr, H. and S. Smidt (2012). The capital budgeting decision: economic analysis of investment projects, Routledge.

BluetoothSIG (2011). BLUETOOTH LOW ENERGY REGULATORY ASPECTS, Bluetooth Special Interest Group.

Booz, Allen and Hamilton (1982). New products management for the 1980s, Booz, Allen & Hamilton.

Brealey, R. A., S. C. Myers, F. Allen and P. Mohanty (2012). Principles of corporate finance, Tata McGraw-Hill Education.

camealone. (2017). "3sets iBeacon BLE Bluetooth Low Energy 4.0 Proximity device- USB Aprilbeacon 306." Consultado a 08, 2018, em [www.ebay.com/itm/3sets-iBeacon-BLE-Bluetooth-Low-Energy-4-0-Proximity-device-USB-Aprilbeacon-306/262150677735?hash=item3d0965e4e7:g:du8AAOSweuxWTZI5](http://www.ebay.com/itm/3sets-iBeacon-BLE-Bluetooth-Low-Energy-4-0-Proximity-device-USB-Aprilbeacon-306/262150677735?hash=item3d0965e4e7:g:du8AAOSweuxWTZI5).

Chantanayingyong, F. M. (2015). "What is the theme of Davos 2016?" Consultado a 05, 2018, em <https://www.weforum.org/agenda/2015/11/what-is-the-theme-of-davos-2016/>.

CIMCO. (2014). "SOFTWARE." Consultado a 04, 2018, em <http://www.cimco.com/software/cimco-mdc-max/overview/>.

citruz (2017). beacontools. Consultado a 06, 2017, em <https://github.com>, citruz.

Collado, C. F., R. H. Sampieri and P. B. Lucio (2013). Metodologia de pesquisa, Penso.

Constantinescu, C., E. Francalanza, D. Matarazzo and O. J. P. C. Balkan (2014). "Information support and interactive planning in the Digital Factory: Approach and industry-driven evaluation." **25**: 269-275.

- Cooper, R. G. J. B. h. (1990). "Stage-gate systems: a new tool for managing new products." **33**(3): 44-54.
- Cooper, R. G. J. J. o. p. i. m. (2008). "Perspective: The Stage-Gate® idea-to-launch process—Update, what's new, and NexGen systems." **25**(3): 213-232.
- da Fonseca, Y. D. (2010). "Técnicas de avaliação de investimentos: uma breve revisão da literatura."
- De Silva, C. W. (2005). Vibration and shock handbook, CRC Press.
- Edrington, B., B. Zhao, A. Hansel, M. Mori and M. J. P. C. Fujishima (2014). "Machine monitoring system based on MTConnect technology." **22**: 92-97.
- ElectricAutomationNetwork. (2018). "PHOENIX CONTACT." Consultado a 08, 2018, em [www.electricalautomationnetwork.com/en/phoenixcontact/successor-to-the-sms-relay-monitor-analog-and-digital-values-via-t-phoenix-contact-tc-mobile-i-o-x200-2903805](http://www.electricalautomationnetwork.com/en/phoenixcontact/successor-to-the-sms-relay-monitor-analog-and-digital-values-via-t-phoenix-contact-tc-mobile-i-o-x200-2903805).
- Financeiro, D. (2018). "O que é a TIR e como calcular." Consultado a 08, 2018, em [www.dicionariofinanceiro.com/o-que-e-a-tir-e-como-calculiar/](http://www.dicionariofinanceiro.com/o-que-e-a-tir-e-como-calculiar/).
- Florin-Constantin, D. J. M. S. J. (2016). "The Break-Even Point, Key Indicator For The Enterprise Management." **31**(1): 72-76.
- Fortenberry, J. L. (2013). Nonprofit marketing, Jones & Bartlett Learning.
- Galeev, M. (2011). "Bluetooth 4.0: An introduction to Bluetooth Low Energy—Part I." Consultado a 08, 2018, em [www.eetimes.com/document.asp?doc\\_id=1278927](http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1278927).
- GeboCermex. (1996). "EIT™ SYSTEM." Consultado a 05, 2018, em <https://www.gebo-eit.com/eit-system#explorer41266>.
- Gil, A. C. (2008). Métodos e técnicas de pesquisa social, 6. ed. Editora Atlas SA.
- Gil, A. C. J. S. P. (2002). "Como elaborar projetos de pesquisa." **5**(61): 16-17.
- Google. (2018). "Bluetooth low energy overview." Consultado a 08, 2018, em [www.developer.android.com/guide/topics/connectivity/bluetooth-le](http://www.developer.android.com/guide/topics/connectivity/bluetooth-le).
- GV, D. (2017). "Industry 4.0 and machine monitoring." Consultado a 05, 2018, em <https://www.leanworxcloud.com/single-post/industry-40-and-machine-monitoring> 2018.
- Heston, T. (2015). "Why machine monitoring matters." Consultado a 05, 2018, em <https://www.thefabricator.com/article/automationrobotics/why-machine-monitoring-matters>.
- IAPMEI. (2016). "Ferramenta de avaliação de projetos de investimento (5 anos de exploração)." Consultado a 04, 2018, em [www.iapmei.pt/PRODUTOS-E-SERVICOS/Assistencia-Tecnica-e-Formacao/Ferramentas/Ferramenta-de-Avaliacao-de-Projetos-de-Investment.aspx](http://www.iapmei.pt/PRODUTOS-E-SERVICOS/Assistencia-Tecnica-e-Formacao/Ferramentas/Ferramenta-de-Avaliacao-de-Projetos-de-Investment.aspx).

ifmelectronic. (2016). "QZ9000." Consultado a 05, 2018, em <https://www.ifm.com/pt/pt/product/QZ9000>.

ifmelectronic. (2018). "LR SMARTOBSERVER Version 1.7." Consultado a 05, 2018, em <https://www.ifm.com/mounting/706469UK.pdf>.

Lee, E. A. and S. A. Seshia (2016). Introduction to embedded systems: A cyber-physical systems approach, Mit Press.

MachineMetrics. (2016). "Solutions." Consultado a 08/04, 2018, em <https://www.machinemetrics.com/>.

Marr, B. (2016). "Why Everyone Must Get Ready For The 4th Industrial Revolution." Consultado a 08, 2018, em [www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/04/05/why-everyone-must-get-ready-for-4th-industrial-revolution/#73a61fc63f90](http://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/04/05/why-everyone-must-get-ready-for-4th-industrial-revolution/#73a61fc63f90).

Mourtzis, D., M. Doukas, A. Vlachou and N. J. P. C. Xanthopoulos (2014). "Machine availability monitoring for adaptive holistic scheduling: a conceptual framework for mass customization." **25**: 406-413.

Nagamatsu, F. A., J. Barbosa and A. Rebecchi (2014). "Business Model Generation e as contribuições na abertura de startups."

Nakajima, S. J. H. I.-.-.-. (1988). "Introduction to TPM: Total Productive Maintenance (preventative maintenance series)."

NexasNetworksOnline. (2018). Consultado a 05, 2018, em [http://nexasnet-com.3dcartstores.com/DNC-Software-Solutions\\_c\\_74.html](http://nexasnet-com.3dcartstores.com/DNC-Software-Solutions_c_74.html).

OSISOFT (2018). A Guidebook to Implementing Condition-Based Maintenance (CBM) Using Real-time Data. Consultado a 05, 2018, em [www.pisquare.osisoft.com](http://www.pisquare.osisoft.com).

Osterwalder, A. and Y. Pigneur (2010). Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers, John Wiley & Sons.

PCDiga. (2018). "Placa SBC Raspberry Pi 3 Modelo B 1GB." Consultado a 08, 2018, em [www.pcdiga.com/placa-sbc-raspberry-pi-3-modelo-b-1gb](http://www.pcdiga.com/placa-sbc-raspberry-pi-3-modelo-b-1gb).

Pearce, J. M. (2016). "Return on investment for open source scientific hardware development." Science and Public Policy **43**(2): 192-195.

Pereira, J. (2008). "Como seleccionar um projecto? – Cálculo da TIR." Consultado a 08, 2018, em <http://jpereira.eu/2008/08/09/como-seleccionar-um-projecto-calculo-da-tir/>.

Pessoa, L. (2016). "Introdução ao Bluetooth Smart (BLE)." Consultado a 08, 2018, em [www.embarcados.com.br/bluetooth-smart-ble/](http://www.embarcados.com.br/bluetooth-smart-ble/).

Pfeiffer, S. (2017). The Vision of "Industrie 4.0" in the Making—a Case of Future Told, Tamed, and Traded.

PhoenixContact. (2016). "Simple remote monitoring " Consultado a 05, 2018, em [www.phoenixcontact.com/online/portal/pt?ldmy&urile=wcm%3apath%3a/ptpt/web/main/](http://www.phoenixcontact.com/online/portal/pt?ldmy&urile=wcm%3apath%3a/ptpt/web/main/)

products/subcategory\_pages/Remote\_monitoring\_P-14-14-05/a6f27a92-5d5a-4bf0-a4d0-f959e1f67997.

PORDATA. (2016). "Empresas e Pessoal." Consultado a 04, 2018, em [www.pordata.pt/Subtema/Portugal/Empresas-374](http://www.pordata.pt/Subtema/Portugal/Empresas-374).

PredatorSoftware. (2018). "SOFTWARE." Consultado a 04, 2018, em [http://www.predator-software.com/predator\\_mdc\\_software.htm](http://www.predator-software.com/predator_mdc_software.htm).

PyBluez (2004). pybluez. <https://github.com>.

RaspberryPiFoundation (2018). Raspbian Stretch with desktop. [www.raspberrypi.org](http://www.raspberrypi.org), Raspberry Pi Foundation.

Rifkin, J. (2011). The Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World, St. Martin's Press.

Salgado, E. G., V. A. P. Salomon, C. H. P. Mello, F. D. M. Fass and A. F. J. R. P. O. Xavier (2010). "Modelos de referência para desenvolvimento de produtos: classificação, análise e sugestões para pesquisas futuras." **10**(4): 886-911.

Santana, W. (2018). "Pilares tecnológicos da Indústria 4.0 - Big Data e análise de dados." Consultado a 08, 2018, em <http://rvsis.com.br/index.php/en-us/news-3/75-pilares-1-d-9>.

Schwab, K. (2018). "The Fourth Industrial Revolution. ." Consultado a 04, 2018, em <https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-12-12/fourth-industrial-revolution>.

SSPreditiva. (2018). "PRINCIPAL." Consultado a 08, 2018, em [www.sspreditiva.com.br/pages/index](http://www.sspreditiva.com.br/pages/index).

Stock, D., M. Stöhr, U. Rauschecker and T. J. P. C. Bauernhansl (2014). "Cloud-based platform to facilitate access to manufacturing IT." **25**: 320-328.

Strategyzer. (2018). "The Business Model Canvas." Consultado a 08, 2018, em [strategyzer.com/canvas/business-model-canvas](http://strategyzer.com/canvas/business-model-canvas).

Technologies, L. (2018). "Home." Consultado a 05, 2018, em <https://www.leanworxcloud.com/>.

Theodorson, G. A. and A. G. Theodorson (1969). "A modern dictionary of sociology."

TOMTOP. (2017). "Transmissores e receptores " Consultado a 10, 2017, em <https://www.tomtop.com/pt/p-rm4593.html>.

Townsend, K. (2014). "Introduction to Bluetooth Low Energy." Consultado a 08, 2018, em [learn.adafruit.com/introduction-to-bluetooth-low-energy/introduction](http://learn.adafruit.com/introduction-to-bluetooth-low-energy/introduction).

Tseng, T.-L. B., Y. Kwon and R. B. Wicker (2006). Applying a Hybrid Data Mining Approach in Machining Operation for Surface Quality Assurance. Manufacturing the Future, InTech.

Venkatesh, J. J. T. p. m. r. c. (2007). "An introduction to total productive maintenance (TPM)." 3-20.

Wang, W. J. I. T. o. F. S. (2008). "An intelligent system for machinery condition monitoring." **16**(1): 110-122.

## Anexo A. Inquérito online *Google forms*

Inquérito online, efetuado através da plataforma *Google Forms*, com o objetivo de realizar uma consulta de mercado sobre a utilização da monitorização nas máquinas pelas empresas.

## Organizações

13 respostas

Inapa packaging

Plasticos São José

Procalçado, SA

Fundínio, SA

ceragni lda

Conservas Portugal Norte, Lda.

Tecnogial LDA

Monteiro Ribas

Sysmo Lda

Arsec

Adira

Mola ex

Gebo

1 – Possui algum sistema de monitorização nas suas máquinas?

13 respostas



Figura A.1 – Resposta à pergunta nº1 do questionário.

2 – Se sim, esse sistema abrange todas as máquinas ou tem máquinas não monitorizadas?

10 respostas

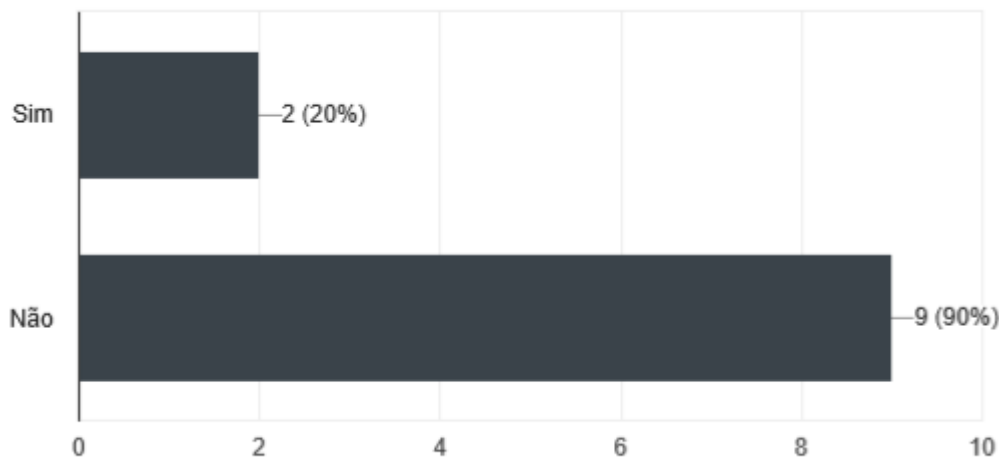


Figura A.2 - Resposta à pergunta nº2 do questionário.

3 – Se tem máquinas não monitorizadas, ou não usa monitorização nas suas máquinas, gostaria de as monitorizar?

13 responses

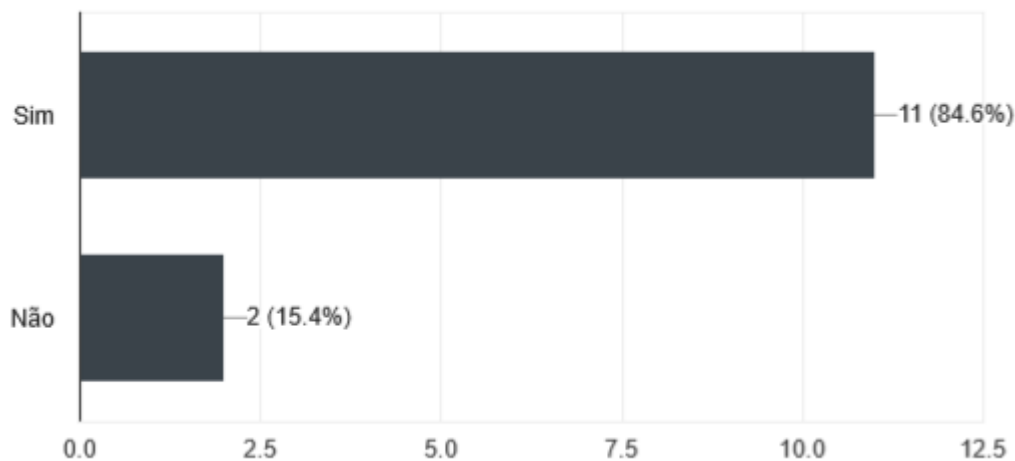


Figura A.3 - Resposta à pergunta nº3 do questionário.

4 – Quais as razões para não monitorizar as máquinas todas, ou algumas? (Escolha uma ou várias)

13 respostas

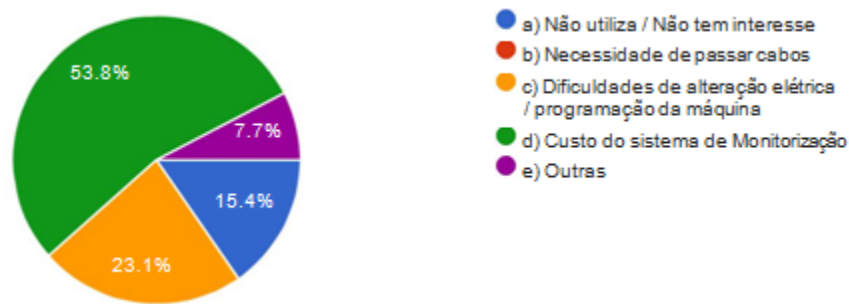


Figura A.4 - Gráfico com a resposta à pergunta nº4 do questionário.

5 – Estaria interessado em adquirir um sistema como o Sismon, sendo este econômico, sem os, fácil de instalar, intuitivo de usar, adaptável a qualquer tipo de máquina e com acesso remoto ao estado de funcionamento da máquina em qualquer parte?

13 respostas

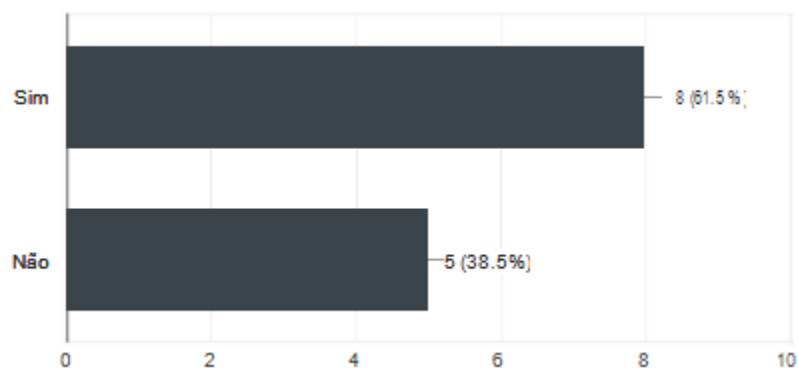


Figura A.5 - Resposta à pergunta nº5 do questionário.

6 – Que outras características lhe interessaria que o sistema tivesse?

5 respostas

- Compatível com o SAP, interface com o nosso sistema de gestão, versátil para adaptar aos diversos tipos de máquinas de produção.

- Interfaces simples
- Não conheço o sistema e nem sei poderia se aplicar a nossa industria
- Acesso Remoto
- Previsão de avarias.

7 – Que dados são para si essenciais saber/monitorizar na sua máquina, além do estado de funcionamento e justificações das paragens?

7 respostas

- Numero de injeções/ ciclos, estado da encomenda em curso de fabrico, etc.
- Energia consumida
- Consumos, tempos de operação, paragens, performance
- Número de peças produzidas
- Indicadores de performance actualizados instantaneamente
- Intervalos de manutenção, desgaste de peças
- Consumos energéticos, previsão de avarias, monitorização de temperaturas e vibrações.

## *Anexo B. Fluxograma da aplicação da gateway*

Fluxograma do processo criado para a *gateway*, com a função de pesquisar por sensores nas imediações, tratar a informação recolhida e enviá-la ao servidor.

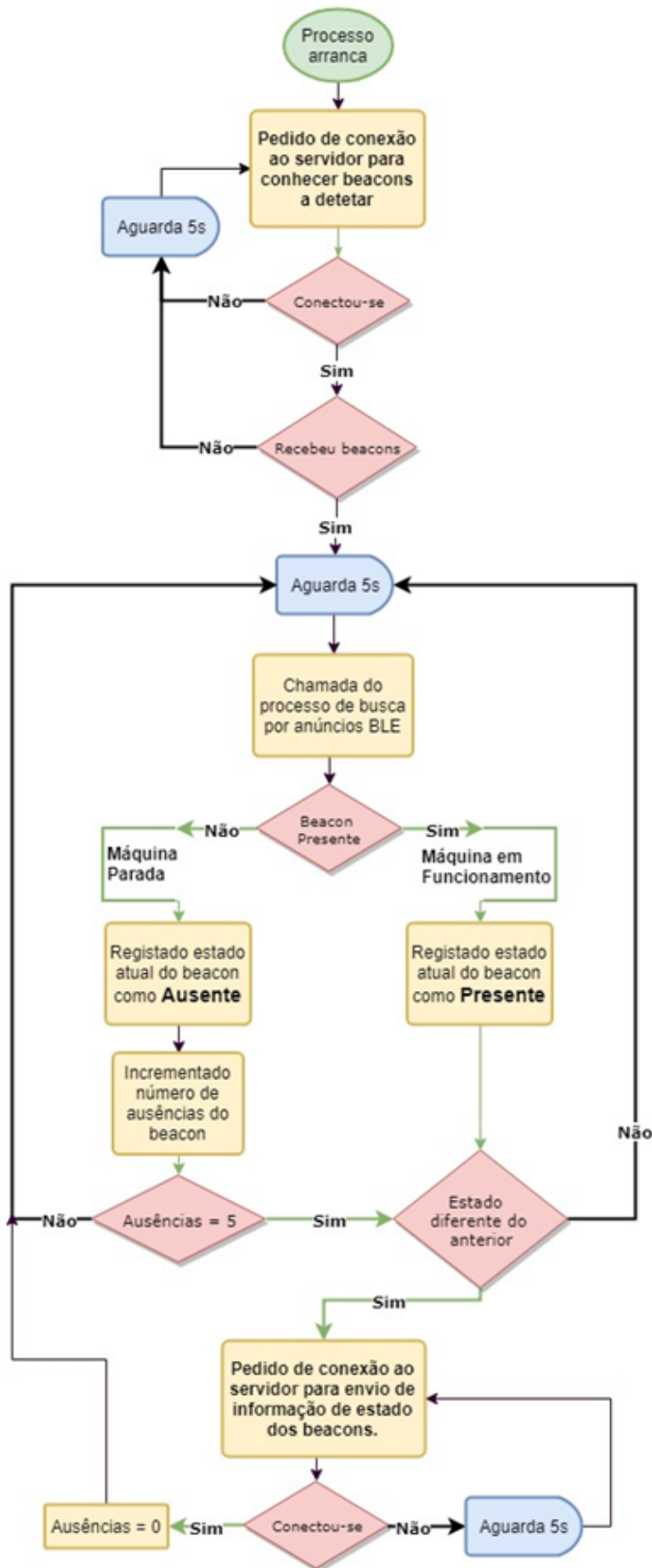


Figura B.1 - Fluxograma da aplicação da *gateway*.

## Anexo C. Modelo *Canvas* de Osterwalder do b-Remote

<b>KEY PARTNERS</b> ISEP – Instituto Superior de Engenharia do Porto INNOVATOR INSTITUT - Mülheim an der Ruhr Sopais Componentes Metálicos, LDA	<b>KEY ACTIVITIES</b> Desenvolvimento de solução de SW Desenvolvimento de solução de HW	<b>VALUE PROPOSITIONS</b> Solução integrada de monitorização remota de equipamentos produtivos. Solução com notificação em tempo real de avarias e eventos anómalos. Consulta remota de histórico produtivo e de indicadores de desempenho.	<b>CUSTOMER RELATIONSHIPS</b> Venda solução b-Remote hardware e serviço Cloud Expansões e melhorias Contratos assistência e consultoria	<b>CUSTOMER SEGMENTS</b> Gestores de processos produtivos de PME's Responsáveis de departamentos de manutenção de PME's Segmento metalomecânico, seguido de têxtil e alimentar
<b>KEY RESOURCES</b> Equipa de desenvolvimento Equipa de vendas e assistência Equipa de melhoria e consultoria		<b>CHANNELS</b> Venda online Equipa de vendas Telefone e email		
<b>COST STRUCTURE</b> Salários Componentes HW Infraestrutura Cloud Representação Outsourcing Instalações		<b>REVENUE STREAMS</b> Solução b-Remote Licença Cloud anual Upgrade b-Remote Pacote assistência e consultoria		

Figura C.1 - Modelo canvas de *Osterwalder*, relativo ao b-Remote.

## Anexo D. Plano sucinto de negócio do b-remote

O plano sucinto de negócio, realizado no âmbito da candidatura do b-Remote ao concurso do PPEPP.

# 1 - IDENTIFICAÇÃO DO PROJECTO

Título do projecto:	b-Remote – SISTEMA DE MONITORIZAÇÃO REMOTA	
Nome do responsável:	JOÃO COSTA	
Contacto telefónico		Email: <a href="mailto:1050368@isep.ipp.pt">1050368@isep.ipp.pt</a>

## 1.1 - Descrição sumária da Ideia de Negócio e suas características inovadoras

O b-Remote é um sistema de monitorização do estado de funcionamento de máquinas. Consiste num sensor que emite sinal wireless quando alimentado pela máquina. O sensor é um beacon Bluetooth que envia o sinal para um Gateway (Raspberry PI), que escuta todos os beacons da área (raio de 20 metros), organiza a informação e envia-a por Wifi para o Servidor Cloud. Toda a informação é consultável na área cliente a partir de qualquer dispositivo com um Browser.

Apenas com um único sinal e a inserção de dados (opcional) pelos operadores, o b-Remote disponibiliza dados e indicadores como a Disponibilidade de uma máquina ou equipamento. Permite analisar quais as causas das paragens, assim como verificar por quanto tempo determinada paragem está a ocorrer. Sabendo o tempo total de paragem de uma máquina, pode-se ter a noção em tempo real do custo de cada paragem.

O b-Remote apresenta características inovadoras como a simplicidade de instalação, manutenção e operação. Estes 3 pontos em conjunto permitem obter um sistema de monitorização remoto com um custo 45% inferior ao do mercado (ver 6.2.2), permitindo a introdução por parte das empresas a novos paradigmas como a Internet of Things (IoT) e a Indústria 4.0.

## 2 – PRODUTO E SERVIÇO

### 2.1 – Descrição

O produto/serviço consiste numa solução de monitorização remota de um parque de máquinas em ambiente industrial. Acessível através de qualquer dispositivo com browser e ligação à internet. É flexível e simples, adaptando-se a diferentes tipologias de máquina e com comunicação sem recurso a cablagem (via bluetooth). Utilizando apenas um sinal binário ON/OFF da máquina, transmite esse sinal através de um beacon Bluetooth a um Raspberry, que recolhe todos os sinais da área e os envia para o servidor, podendo este ser local ou na Cloud. Permite determinar os tempos de paragem e funcionamento, notificando em tempo real para a ocorrência de paragens e enviando alertas por email e SMS. Permite a consulta do histórico produtivo e de indicadores de desempenho. É uma ferramenta de diagnóstico para os departamentos de produção, qualidade e manutenção. Pode ser expansível até um número indeterminado de máquinas. Permite capacitar máquinas antigas para o paradigma da IoT e Indústria 4.0.

Atualmente existe um protótipo do sistema em testes num ambiente fabril. Os testes em ambiente controlado, foram concluídos com sucesso. A funcionalidade de envio de notificações sms e email ainda está em desenvolvimento, assim como a possibilidade de envio de vários sinais pela máquinas e alguns pontos de melhoria na interface e na comunicação entre Raspberry e servidor.

### 2.2 – Produtos concorrentes/substitutos/complementares

Todos os sistemas de monitorização existentes no mercado são parcialmente concorrentes do b-Remote. Existem atualmente sistemas bastante avançados e com mais funcionalidades, sendo que as suas características os direcionam para diferentes mercados. Por razões de custo, complexidade de instalação e operação, estes sistemas saem fora das possibilidades de muitas PME's, assim como não justificam a sua aplicação em determinado tipo de máquinas. Existe bastante competição entre concorrentes na área da monitorização, no entanto essa competição não abrange o sector das PME's.

O registo manual da atividade de uma máquina, realizado por operadores permite monitorizar o seu funcionamento, ainda que esteja susceptível a falhas, adulteração de dados e tenha custos elevados. O b-Remote permite o registo automático das atividades das máquinas nos sistemas de informação de uma forma ubíqua. Tratando-se de uma solução com baixo custo, este será potencialmente uma vantagem para o cliente.

Sistemas que surjam com a mesma simplicidade, flexibilidade e custo, e/ou a sua incorporação, como complemento a um dos sistemas mais complexos, serão ameaças/substitutos do b-Remote.

A solução b-Remote requer como produtos complementares por parte dos clientes uma infraestrutura de informação básica de dispositivos móveis ou fixos com acesso à Internet.

### **2.3 – Vantagens/desvantagens competitivas**

O b-Remote controla o sinal ON/OFF das máquinas, recolhendo-o por meio de uma ligação sem-fios. Esta simplicidade e facilidade de obtenção do sinal é a sua principal vantagem perante a concorrência. Desta forma, qualquer máquina pode ser monitorizada e adicionada ao sistema, dando-lhe assim uma capacidade sensorial, que permite trazer máquinas antigas, simples ou não monitorizadas, para a Indústria 4.0.

Pela simplicidade da sua arquitectura, este sistema consegue ter um baixo investimento inicial, bem como um custo reduzido de operação e de expansão. Pelo mesmo motivo, este sistema é de fácil instalação e utilização.

O facto de no atual desenvolvimento apenas controlar um sinal pode ser uma desvantagem em alguns casos. Assim como por exemplo não permitir a transferência de um sinal analógico para o envio da contagem de produção, ou a cadência atual da máquina. Neste momento existe já uma solução idealizada para acrescentar esse tipo de funcionalidades, faltando analisar a viabilidade do investimento e construir o protótipo para testes.

## **3 – MERCADO**

### **3.1 – Perfil dos clientes-alvo**

Atendendo à localização geográfica inicial da empresa (Porto), a zona geográfica a abordar inicialmente será a Norte. O foco será nas Pequenas e Médias Empresas (PME's) do setor da Indústria de Transformação, especialmente o setor metalomecânica, seguido de alimentar e têxtil. O nosso cliente-alvo serão decisores com cargos de gestão de processos produtivos ou responsáveis do departamento de manutenção.

Através da análise de dados do site PORDATA, referentes a 2016, foi determinado que existem em Portugal 66953 empresas neste sector, das quais 66632 PMEs (99,9%). Em conjunto, a área metalomecânica, têxtil e alimentar, somam 33031 empresas. O objetivo inicial será chegar a 0,33% desse total, cerca de 38 empresas em 2019.

A margem de crescimento e expansão é elevada. Em 96% do mercado a concorrência é reduzida, pois tratam-se de micro empresas com um volume de negócios de 66M€, 31% do volume total de negócios das PMEs (210M€). As pequenas empresas também são um alvo, representando 32% do volume total de negócios e 3% do número total de PMEs. São estas empresas que menos capacidade têm para investir e mais interesse podem ter no b-Remote.

A curva ABC de clientes do b-Remote seria no espectro das PMEs nos sectores definidos anteriormente, A-Micro, B-Pequenas, C-Médias.

É esperado destes clientes, além da aquisição inicial, uma fidelização, com a renovação anual da licença de SW, assim como expansões, melhorias e serviços de consultoria.

### **3.2 – Dimensão e potencial de crescimento**

O mercado é acessível e está receptivo ao produto. Baseado no inquérito realizado nas empresas selecionadas, foi possível concluir que 83% têm máquinas não monitorizadas / não utilizam monitorização e 58% estariam interessados num sistema como o b-Remote, totalizando 15901 potenciais clientes.

Trata-se de um produto que é uma ferramenta de monitorização do processo produtivo que possibilita ao gestor tomar ações de controlo e melhoria de processo. Pontos chave onde as empresas estão e irão investir.

Analisando dados do portal da PORDATA, o volume de negócios das PME's cresceu de 2015 para 2016, 4%. Tendo em conta que a economia nacional tem vindo a crescer e as previsões são de crescimento até 2020, é expectável que o mercado continue a crescer.

O produto ainda está em fase de introdução no mercado. No entanto, em função do valor previsto para o preço de venda dos vários produtos e serviços, é expectável uma margem bruta nas receitas de cerca de 70%, o que permite reagir à possível concorrência que surja neste mercado-alvo com ajuste nos preços. O produto tem ainda uma larga margem de expansão e melhoria, assim como possível diferenciação com a oferta de serviços complementares.

A quota do mercado inicial pretendida é de 0,33% do mercado alvo, correspondendo a 38 empresas. Espera-se um crescimento muito elevado nos primeiros anos. O preço de venda inicial do produto é de 195€ na solução hardware (3 Máquinas + 1 Gateway) e 70€ para a solução de software/Anuidade do servidor.

A simplicidade de instalação e utilização, assim como o baixo custo, é o que distingue o b-Remote dos demais sistemas do mercado.

## **4 – CONCORRENTES**

### **4.1 – Identificação e caracterização**

Existem diversas empresas no mercado que comercializam sistemas de monitorização, com hardware, ou apenas software. Entre eles, os mais relevantes Phoenix Contact, Acollect da Arentia, MachineMetrics, MDC-MAX da Cimco, Leanworxcloud, MDC software da Predator, DX80N2X6S-P8 da Banner.

As estratégias principais para enfrentar estes concorrentes, passam pelo baixo custo, facilidade de implementação e simplicidade. Os concorrentes estão mais orientados para grandes empresas e para aplicações mais complexas, permitindo monitorizações bastante mais elaboradas. Não existe uma presença significativa na oferta dos concorrentes para as micro e pequenas empresas. Apenas são encontrados competidores nas médias e grandes empresas.

Dos concorrentes acima mencionados, aqueles que nesta fase se encontram mais próximos da solução oferecida pelo b-Remote, seriam a Phoenix, Leanworxcloud e Banner. Ainda que estejam próximos, o primeiro e o último concorrentes são ligeiramente mais caros e obrigam a conhecimentos técnicos significativos para a conexão. A segunda solução não é de todo interessante no mercado nacional, pois ainda que a solução seja próxima à do b-Remote, trata-se de uma empresa Indiana e teria grandes custos na sua deslocação a Portugal.

### **4.2 – Vantagens/Desvantagens face à concorrência**

#### **Vantagens:**

- Baixo custo;
- Fácil instalação e utilização intuitiva;
- Acessível em qualquer parte com conexão à Internet;
- Flexibilidade para se adaptar a qualquer máquina e expansível;
- Arquitectura de sistema simples, com facilidade de integrar outras tecnologias, o que permite crescimento futuro;
- Possibilidade de fidelizar empresas, tornando-se parceiros na caminhada para o 4.0;

### **Desvantagens:**

- Canais de vendas por desenvolver;
- Organização pequena e em desenvolvimento, marca desconhecida dos clientes;
- Possíveis dificuldades no desenvolvimento de melhorias e implementação de novas funcionalidades devido à dimensão inicial da estrutura;

## **5 – MEIO ENVOLVENTE**

### **5.1 – Oportunidades / Ameaças**

#### **Oportunidades:**

- Aplicação do sistema em outras indústrias que não fazem parte do objetivo inicial;
- Fusão/Parceria com outros concorrentes para atingir outras empresas;
- Necessidade e abertura do mercado para investimento em novas tecnologias, para redução de custos e otimização de processos e principalmente para integrar a Indústria 4.0.
- Escassez de competição no mercado das micro e pequenas empresas;
- Possibilidade de trabalhar com grandes margens.

#### **Ameaças:**

- Desenvolvimento de solução idêntica pela concorrência;
- Crescimento dos clientes e procura por sistema mais avançado;
- Crise económica;
- Fim de fabrico do tipo de beacons utilizados, o que obrigaria a encontrar outros com possível influência na margem de lucro;

### **5.2 – Cenários futuros/tendências**

Num cenário **Optimista**: - Economia Portuguesa mantém o crescimento – Eleições legislativas em 2019, políticas mais favoráveis às empresas. - Empresas mantêm tendência de investimento e procura de inovação e melhoria, rumo à 4ª revolução industrial. – Socialmente é esperado a manutenção das condições atuais, sendo o declínio demográfico um problema a médio prazo. – As burocracias legais e fiscais estão para ficar, esperando-se ligeiras melhorias, com as otimizações realizadas pelos governos. Num cenário **Pessimista**: - Eleições de 2019 podem trazer um período de incerteza governamental. - Crescimento económico pode sofrer um abrandamento, ou mesmo um retrocesso, fruto de possíveis conflitos a nível global, assim como da crise vivida em Angola e Brasil, principais destinos das exportações Portuguesas. – Socialmente, mantém-se o declínio demográfico a médio prazo, algo que uma crise económica piorará. - Nada a assinalar a nível Tecnológico, a 4ª revolução industrial é presente e só uma crise económica atrasará a mudança. - Aumento das burocracias e fiscalidade, com o intuito de reduzir a perda de impostos, atendendo a um contexto de crise económica.

Atendendo ao cenário pessimista, como 2019 é o ano de arranque para o projeto e os maiores investimentos estão previstos para os anos seguintes, a incerteza das eleições não terá grande efeito. Na eventualidade de uma crise económica o foco será a manutenção dos clientes atuais, com cortes nas despesas, prospecção e expansão da empresa. Está previsto o recurso a contabilista, para evitar problemas com burocracias.

## 6 – EXEQUIBILIDADE DE MARKETING

### 6.1 – Posicionamento

O b-Remote pretende ser conhecido e diferenciado da concorrência pelas seguintes características:

- Utilização intuitiva;
- Facilidade de acesso remoto;
- Comunicação sem-fios;
- Fácil instalação;
- Flexível e adaptável a qualquer máquina, com ou sem PLC;
- Flexível e integrável com outros sistemas;
- **Baixo custo;**
- Ferramenta de auxílio na otimização de processos produtivos;
- Ferramenta de auxílio à manutenção, diagnóstico de falhas, mais eficiência;
- Histórico de dados, ilimitado, consultável a qualquer momento;
- Introdução ao paradigma Indústria 4.0;

### 6.2 – Marketing-Mix

#### 6.2.1 – Produto

Produto e percentagem média da faturação total em 6 anos.

Pack inicial Hardware (3 sensores + Gateway – 25%

Licença de software anual – 24%

Upgrade 5 máquinas (HW+SW) – 11%

Contratos de assistência e consultoria (pack 10 horas) – 40%

Valores determinados para uma abordagem moderada e outra mais otimista. Nos dois casos os valores são muito próximos entre si.

#### 6.2.2 - Preço

O b-Remote divide-se em 4 produtos:

1 - Pack inicial HW, custo de 195€ e margem de lucro de 46%. Pagamento único.

2 - Licença SW anual, 70€, 95%. Pagamento anual.

3 - Upgrade 5 máquinas HW+SW, 160€ , 44%. Pagamento único / anual para a licença.

4 - Pack 10 horas Assistência/Consultoria, 500€, 95%. Pagamento único.

O objetivo é entrar no mercado com o (nº1), este pack permite monitorizar 3 máquinas. O valor de 195€ é 56% mais barato que uma das soluções concorrentes, que permite monitorizar 4 máquinas e obriga a fazer passagem de cabos. O cliente b-Remote deve ainda adquirir a licença (nº2). A concorrência vende no mínimo uma licença para 20 máquinas por 1500€. Assim, num intervalo de 5 anos, para 4 máquinas o b-Remote é 45% mais barato e para 8, 55%. Posteriormente existe a possibilidade de fazer vários upgrades (nº3). O quarto objetivo de venda é o (nº4). Neste último e na renovação da licença de software, existe margem para negociação de até 20% de desconto. Não existe necessidade de mais descontos, pois já tem um preço bastante competitivo comparando com a concorrência, havendo margem para reagir a novos concorrentes. Os preços irão subir anualmente com a inflação, podendo o aumento ser negociado em alguns casos. Um dos objetivos principais é manter os clientes, vendendo upgrades (2) e (3) e packs de horas (4), pois têm maior margem de lucro e fidelização.

### 6.2.3 – Canais de distribuição

O canal de venda principal será a venda directa inicialmente através do contacto directo com possíveis clientes na região norte e nas áreas de negócio referidas no ponto 3.1, fazendo-se demonstração para posterior venda. Inicialmente será feita a prospecção e venda pelo colaborador que faz a instalação e assistência. Futuramente, está planeado a contratação de outros colaboradores para as mesmas funções. Os outros canais de venda serão o online através do website onde está alojado o b-Remote e a venda por telefone e email. Os clientes poderão adquirir serviços de upgrade ou packs de horas através da sua conta no website.

Está previsto algum stock de sensores e de Gateways, para fazer face a instalações, upgrades e avarias. É necessário um inventário mínimo, pois o fornecedor de beacons e uma parte do componente sensor está na China, o que resulta numa demora de algumas semanas para a chegada dos produtos encomendados.

Após a demonstração e ordem de aquisição pelo cliente, o técnico irá efetuar a instalação no local, da Gateway e também dos sensores se o cliente assim pretender. O material irá diretamente do escritório para a morada do cliente, não existindo distribuidores.

### 6.2.4. Comunicação

A comunicação será efetuada principalmente de forma direta, agendando visitas e reuniões com os possíveis clientes, para que seja possível falar sobre o b-Remote e efetuar uma demonstração. No caso de clientes existentes, será efetuado um acompanhamento periódico quinzenal ou mensal, com o objetivo de transmitir segurança ao cliente e vender o pack de horas de assistência e consultoria, ou upgrade do serviço para mais máquinas.

O acompanhamento e venda, será efetuado presencialmente de preferência, mas também pode ser feito via telefone ou email. Os colaboradores contratados, irão fazer parte da força de vendas que executará as funções de comunicar com novos clientes e com os existentes.

Atendendo ao produto/serviço em causa, não é compensatório o investimento em publicidade, em qualquer meio de comunicação. O objetivo será sempre o contacto direto com os clientes para demonstração física.

## 6.3 – Previsão de vendas

Em baixo a previsão de vendas por produto para o 1º ano, quantidade e valor, para o 6º ano e a margem de lucro (**Previsão Moderada (M)** / **Previsão Optimista (O)**):

1 - Pack inicial HW: **M**->38/7.410€...697/146.506€ ; **O**-> 38/7.410€...1404/294.883€; 46%

2 - Licença SW anual: **M**->46/3.220€...2265/170.818€ ; **O**-> 46/3.220€...4046/305.097€ ; 95%

3 -Upgrade 5 máq. HW+SW: **M**->10/1.520€...448/77.263€ ; **O**-> 10/1.520€...795/137.091€ ; 44%

4 - Pack 10h Assistência/Consultoria: **M**->10/5.000€...538/289.736€ ; **O**-> 110/5.000€... 954/514.090€ ; 95%

A faturação total esperada no 1º ano é de 17.150€ em ambas as previsões, ao 6º ano é de 684.322€ e 1.251.162€ nas previsões moderada e optimista respectivamente.

Estes valores respeitam o indicado em 3.1 e incluem um aumento de preço anual de 1,5%.

Analisando o crescimento (%) por produto e para os dois modelos de previsão:

1 – **M**-> 295/67% (2º/3ºano), média 41% pós-3ºano ; **O**-> 295/100% (2º/3ºano), m. 69% pós-3º

2 – **M**-> 403/129% (2º/3ºano), méd. 63% pós-3ºano ; **O**-> 403/156% (2º/3ºano), m. 91% pós-3º

3 – **M**-> 390/126% (2º/3ºano), méd. 63% pós-3ºano ; **O**-> 390/152% (2º/3ºano), m. 91% pós-3º

4 – **M**-> 366/171% (2º/3ºano), méd. 63% pós-3ºano ; **O**-> 366/203% (2º/3ºano), m. 91% pós-3º

Existe forte crescimento inicial, pois tratasse de uma empresa e produtos novos. A tendência da empresa após o 3º ano é para deixar de crescer na ordem das centenas, crescendo em média 59% numa previsão moderada e 87% numa otimista. Este crescimento é fundamentado pelo contínuo melhoramento do produto, contratação de mais colaboradores, conquista de mais quota de mercado e aumento da faturação na quota conquistada.

## **7 – EXEQUIBILIDADE AO NÍVEL DAS OPERAÇÕES**

### **7.1 – Processos e capacidade/tecnologia**

O b-Remote divide-se em produto e serviço. Como produto temos os sensores e a Gateway (HW), como serviço, temos a utilização da interface web e servidor (SW), assim como o pack horário de assistência e consultoria.

Para a criação do produto, é necessário o beacon bluetooth USB, a placa conversora de alimentação (mais comum 24V -> 5V) e a caixa ou carcaça. Desta forma é formado o sensor. Para a Gateway que receberá os sinais dos sensores e os enviará ao servidor, é necessário um Raspberry PI, para o qual já existe um programa que deve apenas ser carregado num cartão Micro SD e inserido no Raspberry PI. A interface web e servidor já estão preparados para que a adição de novo cliente, seja apenas a criação de uma conta, com a informação da Gateway com que comunicar, assim como os endereços dos sensores a procura. O pack horário, presume a deslocação ao local de um técnico para assistir na instalação ou manutenção e/ou consultoria, para ajudar o cliente a interpretar os dados recolhidos e formas de reduzir os tempos de paragem.

É utilizado Bluetooth 4.0 na comunicação entre Sensor e Gateway, sendo esta programada em Python, para tratamento da informação e envio ao servidor. Para a interface Web e Servidor é utilizado PHP, HTML, Javascript+jQuery e MySQL. O Bluetooth 4.0 é a tecnologia chave do projeto e foi escolhida pela rapidez de reacção do beacon após ser ligado (milisegundos entre estar desligado e a emissão do primeiro sinal), assim como pelo baixo consumo energético.

### **7.2 – Recursos Humanos**

Inicialmente farão parte dos quadros os 3 promotores deste projecto. Ambos farão projecção de mercado, sendo que o promotor 1 realizará as tarefas de assistência desenvolvimento e instalação. Os 3 promotores irão orientar os estagiários oriundos da parceria com ISEP no desenvolvimento e melhoramento da solução. Os promotores 2 e 3 irão ainda gerir a parceria com o Innovator Institut e dar consultoria interna e externa aos clientes.

Para reforçar a equipa e suportar o crescimento, está prevista a entrada de 3 Engenheiros Téc./Comercial para prospecção, assistência e instalação até ao 4º ano. No 5º e 6º está previsto o reforço com mais 4 Eng. e 1 assistente administrativa, totalizando ao 6ºano, 8 colaboradores além dos promotores. Na previsão otimista ao 6º ano teríamos 16 Eng. e 3 assistentes, além dos promotores, havendo aquisição anual de 4 Eng. e 1 assistente a partir do 3º ano.

Os colaboradores operacionais deverão ter um perfil orientado para a parte técnica, mas com alguma aptidão comercial. A sua formação mínima deverá ser uma Licenciatura em Engenharia Electrotécnica ou Informática.

Na contratação dos colaboradores, será dada prioridade a algum estagiário/finalista que se tenha destacado, que demonstre interesse pela oportunidade e aptências para a função. Os contratos serão sempre sem termo, havendo um período experimental de 6 meses. Caso não seja possível encontrar ninguém nestas condições, avançar-se-à para processo de recrutamento.

### **7.3 – Localização das instalações (justificação)**

Inicialmente, as instalações serão localizadas numa incubação virtual no InovaGaia em São Félix da Marinha. Com um custo de 30€ mês, inclui uma Sede Social para a empresa, recepção de correspondência e atendimento telefónico e presencial. Existindo ainda a possibilidade de aluguer de uma sala para reuniões pontuais, sendo que o objetivo é reunir nos clientes. A parte de assemblagem de sensores e pré-programação da Gateway, assim como armazenamento, será efetuada na garagem pessoal do Promotor 1.

No 3º ano está prevista a procura de um espaço físico, com um aluguer até 200€, não importando para o efeito a localização, pois será utilizado para a assemblagem e armazenamento de materiais, assim como, reuniões pontuais entre colaboradores.

Ao atingir-se um número de colaboradores total superior a 5, está previsto o aluguer de um espaço físico com orçamento até 650€ mensais, com espaço suficiente para acomodar 15 colaboradores em permanência e uma sala de reuniões para toda a equipa.

### **7.4 – Cadeia de valor**

As atividades Primárias do b-Remote:

- Seleção/Qualidade de fornecedores: Prospecção e contacto com os fornecedores de beacons, raspberry Pi, conversores DC/DC e caixas. Negociação de preços e condições. Recepção de encomendas, testes de qualidade dos materiais e armazenamento.
- Assemblagem e teste: Montagem do sensor, assemblagem do conversor, beacon e caixa. Pré-programação da Gateway, emparelhamento e teste com sensores. Nesta fase é garantido que quando há uma encomenda, já existe um produto pronto a enviar e instalar, estando a funcionar de acordo com o determinado.
- Comercialização, Distribuição e Venda: Contacto directo com cliente, demonstração do produto para primeira venda ou resposta a um pedido de upgrade, assistência ou consultoria. Instalação do material ou envio para instalação pelo cliente e assistência posterior na colocação em marcha.

As atividades de Apoio são:

- Infraestrutura, Contabilidade/Finanças, Qualidade, RH, Logística e Desenvolvimento. A infraestrutura inicialmente não terá grande importância, a contabilidade é subcontratada, os RH entrarão em vigor ao 2º ano. O Promotor 1 garantirá inicialmente a Qualidade dos produtos e serviços, a gestão Logística e em conjunto com os promotores 2 e 3 participarão no contínuo Desenvolvimento das soluções comercializadas, em cooperação com os estagiários oriundos da parceria com o ISEP.

## **8 – IMPACTO SÓCIO-ECONÓMICO**

O b-Remote irá ter parcerias com o Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) e com o Innovator Institut ([www.innovator-institut.de](http://www.innovator-institut.de)).

A parceria com o ISEP, permitirá acolher estudantes finalistas de Licenciatura e Mestrado, para a elaboração dos seus estágios e projectos. Estes projectos ajudarão a melhorar o desenvolvimento do b-Remote e por

outro lado permitirão preparar os estudantes para o ambiente profissional. Desta parceria, resultarão oportunidades de emprego qualificado e especializado, para alguns dos estudantes. A prioridade na contratação de colaboradores será lhes dada, por já serem conhecedores das funções e pela colaboração e cooperação prévia.

A parceria com o Innovator Institut, permitirá obter uma cooperação muito importante para a investigação e desenvolvimento do b-Remote. Auxiliará na pesquisa de fontes de financiamento e será sem dúvida uma parceria de “Know-how” e orientação.

Todos as oportunidades de contratação do b-Remote, serão para pessoas qualificadas, preferencialmente recém licenciados. Desta forma, o b-Remote criará oportunidades para os estudantes que terminam as suas Licenciaturas e Mestrados, possibilitando a prática e desenvolvimento das suas capacidades.

O b-Remote criará ainda oportunidades para assistentes administrativas, contribuindo com mais postos de trabalho fora do âmbito da Engenharia.

## **9 – IDENTIFICAÇÃO DOS PROMOTORES**

**Promotor 1:** João Costa

### **Descreva sumariamente a sua experiência profissional?**

Formação em Engenharia Electrotécnica. Experiência profissional de 7 anos em assistência, projecto e comissionamento em Automação Industrial, em Portugal e no Estrangeiro. Experiência Internacional em mais de 40 comissionamentos na EMEA. Atualmente a dar assistência técnica a todo o mercado nacional, numa multinacional Alemã que produz sensores, software e sistemas para a Indústria.

### **Qual o grau de envolvimento na implementação e desenvolvimento das actividades do projecto?**

Estudo e Desenvolvimento do sistema b-Remote. Pesquisa por tecnologias, escolha de materiais e programação da Gateway, Interface Web e Servidor Cloud. Realização de estudo e análise do mercado.

### **Descreva as suas principais competências e a sua aplicação ao projecto.**

Conhecimentos de electrónica, automação, comunicação de dados e programação. Conhecimento do ambiente industrial e das tendências e atualidade das empresas Portuguesas. Experiência na comercialização de soluções de monitorização e Indústria 4.0, no mercado nacional. No projecto, será o operacional inicial, cabendo-lhe a formação de novos colaboradores com os quais repartirá funções de montagem, instalação e assistência. Fará desenvolvimento de produto, assim como, prospecção e consultoria a clientes.

**Promotor 2:** Paulo António Ávila

### **Descreva sumariamente a sua experiência profissional?**

Formação em Engenharia Mecânica com especialização na Gestão Industrial. Experiência como docente no ensino superior e consultor industrial em projetos de melhoria de processos produtivos.

### **Qual o grau de envolvimento na implementação e desenvolvimento das actividades do projecto?**

Participação na definição estratégica em termos de produtos da empresa. Envolvimento nas equipas de desenvolvimento dos produtos e serviços.

### **Descreva as suas principais competências e a sua aplicação ao projecto.**

Capacidade de interagir com os potenciais clientes e acrescentar uma visão integrada dos processos produtivos e da utilidade da solução de monitorização proposta.

**Promotor 3:** João Augusto Bastos

**Descreva sumariamente a sua experiência profissional?**

Formação em Engenharia Mecânica com especialização em Informática Industrial e Gestão Industrial. Experiência como docente no ensino superior e consultor industrial em projetos de melhoria de processos produtivos e desenvolvimento de soluções de ICT.

**Qual o grau de envolvimento na implementação e desenvolvimento das actividades do projecto?**

Participação na definição estratégica em termos de produtos da empresa. Envolvimento nas equipas de desenvolvimento dos produtos e serviços.

**Descreva as suas principais competências e a sua aplicação ao projecto.**

Experiência de consultoria em sistemas de informação e controlo industrial. Conhecimento da realidade empresarial em termos de aquisição de dados e monitorização remota de sistemas produtivos.

**9.1 – Complementaridade dos promotores e formas suprimento das competências em falta (competências externas)**

Os promotores complementam-se através da sua experiência e conhecimento da realidade industrial. As competências em falta centram-se nas componentes administrativa, contabilística e de recursos humanos do negócio. No caso da primeira, está previsto a contratação de assistentes, já no segundo e terceiro casos, essa necessidade será colmatada com a subcontratação de toda a parte contabilística e de Recursos Humanos a entidades Externas. Não está prevista a contratação de pessoal permanente para as áreas acima definidas como funções subcontratadas.

## Anexo E. Modelo de análise financeira (moderado) do b-Remote

O modelo de análise financeira, baseado em perspectivas moderadas, realizado no âmbito da candidatura do b-Remote ao concurso do PPEPP, recorrendo à ferramenta FINICIA do IAPMEI.

## Pressupostos Gerais

*Valide os pressupostos aqui indicados e ajuste-os de acordo com o seu projecto*

Unidade monetária	Euros		
Ano inicial do projeto (Ano 0)	2019	= ano em que inicia o investimento e poderá ou não haver exploração	
Prazo médio de Recebimento (dias) / (meses)	60	2,0	A definir em função da prática da empresa e do sector assim como da
Prazo médio de Pagamento (dias) / (meses)	60	2,0	
Prazo médio de Stockagem (dias) / (meses)	15	0,5	
Prazo de pagamento de IVA (trim = 4; mensal =12)		4	
Taxa de IVA - Vendas	23,00%	Em função do tipo de produtos e serviços	
Taxa de IVA - Prestação Serviços	23,00%		
Taxa de IVA - CMVMC	23,00%		
Taxa de IVA - FSE	23,00%		
Taxa de IVA - Investimento	23,00%		
Taxa de Segurança Social - entidade - órgãos sociais	23,75%	Em vigor no ano base	
Taxa de Segurança Social - entidade - colaboradores	23,75%		
Taxa de Segurança Social - pessoal - órgãos sociais	11,00%		
Taxa de Segurança Social - pessoal - colaboradores	11,00%		
Taxa média de IRS	15,00%	A definir em função do Lei e do valor dos rendimentos do trabalho.	
Taxa de IRC	25,00%	Definido por Lei - ter em conta Localização e condições específicas da atividade	
Taxa de Aplicações Financeiras Curto Prazo	0,90%	Ver condições de mercado e risco da empresa na ótica bancária	
Taxa de juro de empréstimo Curto Prazo	3,00%		
Taxa de juro de empréstimo ML Prazo	4,00%		
Taxa de juro de ativos sem risco - Rf (Obrig Tesouro)	0,25%	NOTA: Quando não se aplica <u>Beta</u> , colocar:	
Prémio de risco de mercado = (Rm*-Rf) ou pº	5,00%	Um valor para o prémio de risco (pº) adequado ao projecto	
Beta U de empresas de referência	100,00%	Beta = 100% se não conhecer ou não utilizar empresa de referência	
Taxa de crescimento dos cash flows na perpetuidade	0,00	Na maioria dos projetos considerar 0% e utilizar Não a perpetuidade mas	
* Rendimento esperado de mercado (entenda-se mercado acionista de referên		sim o valor residual o valor do Ativo Fixo não Amortizado e o Valor Residual do F Maneio no último ano. VER. Folha Avaliação em que	

Figura E.1 - Pressupostos gerais.

Vendas + Prestações de Serviços						
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Taxa de variação dos preços		1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%
<b>VENDAS - MERCADO NACIONAL</b>						
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Sistema b-Remote (3 Sensores + Gateway)	7 410	29 709	50 357	71 047	103 842	146 506
Quantidades vendidas	38	150	251	348	502	697
Taxa de crescimento das unidades vendidas	0%	295,00%	67,00%	39,00%	44,00%	39,00%
Preço Unitário	195,00	197,93	200,89	203,91	206,97	210,07
Licença Anual Cloud	3 220	16 423	38 151	68 148	110 902	170 818
Quantidades vendidas	46	231	529	931	1 493	2 265
Taxa de crescimento das unidades vendidas	0%	402,50%	128,86%	75,99%	60,33%	51,75%
Preço Unitário	70,00	71,05	72,12	73,20	74,30	75,41
Upgrade b-Remote (HW + SW)(+5mâq.)	1 520	7 560	17 306	31 091	49 708	77 263
Quantidades vendidas	10	47	105	186	293	448
Taxa de crescimento das unidades vendidas	0%	390,00%	125,54%	77,00%	57,52%	53,14%
Preço Unitário	160,00	162,40	164,84	167,31	169,82	172,37
Pacote manutenção + consultoria	5 000	23 624	64 898	116 591	186 405	289 736
Quantidades vendidas	10	47	126	223	351	538
Taxa de crescimento das unidades vendidas	0%	365,50%	170,65%	77,00%	57,52%	53,14%
Preço Unitário	500,00	507,50	515,11	522,84	530,68	538,64
<b>TOTAL</b>	<b>17 150</b>	<b>77 316</b>	<b>170 712</b>	<b>286 877</b>	<b>450 856</b>	<b>684 322</b>

Figura E.2 - Vendas e prestações de serviços.

<b>TOTAL VOLUME DE NEGÓCIOS</b>		17 150	77 316	170 712	286 877	450 856	684 322
<b>IVA</b>		3 945	17 783	39 264	65 982	103 697	157 394
<b>TOTAL VOLUME DE NEGÓCIOS + IVA</b>		21 095	95 098	209 975	352 858	554 553	841 717
<b>Perdas por imparidade</b>	2,00%	422	1 902	4 200	7 057	11 091	16 834

Figura E.3 - Total do volume de negócios.

CMVMC - Custo das Mercadorias Vendidas e Matérias Consumidas							
CMVMC	Margem Bruta	2019	2020	2021	2022	2023	2024
<b>MERCADO NACIONAL</b>							
		5 287	22 399	42 316	65 512	99 588	146 657
Sistema b-Remote (3 Sensores + Gateway)	46,00%	4 001	16 043	27 193	38 365	56 075	79 113
Licença Anual Cloud	94,27%	185	941	2 187	3 906	6 356	9 790
Upgrade b-Remote (HW + SW)(+5mâq.)	44,00%	851	4 233	9 691	17 411	27 836	43 267
Pacote manutenção + consultoria	95,00%	250	1 181	3 245	5 830	9 320	14 487
<b>MERCADO EXTERNO</b>							
Produto A *							
Produto B *							
<b>TOTAL CMVMC</b>		<b>5 287</b>	<b>22 399</b>	<b>42 316</b>	<b>65 512</b>	<b>99 588</b>	<b>146 657</b>
<b>IVA</b>	23,00%	1 216	5 152	9 733	15 068	22 905	33 731
<b>TOTAL CMVMC + IVA</b>		<b>6 503</b>	<b>27 550</b>	<b>52 049</b>	<b>80 579</b>	<b>122 493</b>	<b>180 389</b>

Figura E.4 - Custo das mercadorias vendidas e matérias consumidas.

FSE - Fornecimentos e Serviços Externos										
					2019	2020	2021	2022	2023	2024
<b>Nº Meses</b>					12	12	12	12	12	12
<b>Taxa de crescimento</b>										
	Tx IVA	CF	CV	Valor Mensal	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Subcontratos	23,0%	100,0%								
Serviços especializados										
Trabalhos especializados	23,0%	100,0%			2 400,00	2 400,00	2 400,00	2 400,00	4 800,00	4 800,00
Publicidade e propaganda	23,0%	100,0%								
Vigilância e segurança	23,0%	100,0%								
Honorários	23,0%	100,0%					1 500,00	6 982,50	13 500,00	13 500,00
Comissões	23,0%	100,0%								
Conservação e reparação	23,0%	100,0%								
Materiais										
Ferramentas e utensílios de desgaste rápido	23,0%	100,0%		20,00	240,00	480,00	720,00	960,00	1 440,00	1 920,00
Livros e documentação técnica	23,0%	100,0%								
Material de escritório	23,0%	100,0%		20,00	240,00	480,00	720,00	960,00	1 800,00	2 280,00
Artigos para oferta	23,0%	100,0%								
Energia e fluidos										
Electricidade	23,0%	100,0%					600,00	600,00	1 800,00	1 800,00
Combustíveis	23,0%	100,0%		157,50	992,25	4 725,00	4 725,00	6 615,00	10 395,00	14 175,00
Água	6,0%	100,0%								
Deslocações, estadas e transportes										
Deslocações e Estadas	23,0%	100,0%		78,75	992,25	2 835,00	3 780,00	4 725,00	6 615,00	8 505,00
Transportes de pessoal	23,0%	100,0%		361,90		4 342,80	8 685,60	13 028,40	21 714,00	30 399,60
Transportes de mercadorias	23,0%	100,0%								
Serviços diversos										
Rendas e alugueres	23,0%	100,0%			360,00	360,00	2 400,00	2 400,00	7 800,00	7 800,00
Comunicação	23,0%	100,0%			360,00	720,00	1 920,00	2 280,00	3 120,00	3 840,00
Seguros		100,0%					300,00	300,00	600,00	600,00
Royalties	23,0%	100,0%								
Contencioso e notariado	23,0%	100,0%			100,00	200,00	300,00	400,00	700,00	900,00
Despesas de representação	23,0%	100,0%		112,50	1 417,50	4 050,00	5 400,00	6 750,00	9 450,00	12 150,00
Limpeza, higiene e conforto	23,0%	100,0%					780,00	780,00	1 560,00	1 560,00
Outros serviços	23,0%	100,0%								
<b>TOTAL FSE</b>					<b>7 102,00</b>	<b>20 592,80</b>	<b>34 230,60</b>	<b>49 180,90</b>	<b>85 294,00</b>	<b>104 229,60</b>

Figura E.5 - Fornecimentos e serviços externos - parte 1.

<b>TOTAL FSE</b>	<b>7 102,00</b>	<b>20 592,80</b>	<b>34 230,60</b>	<b>49 180,90</b>	<b>85 294,00</b>	<b>104 229,60</b>
<b>IVA</b>	<b>745,20</b>	<b>938,40</b>	<b>1 987,20</b>	<b>3 441,38</b>	<b>6 444,60</b>	<b>6 831,00</b>
<b>FSE + IVA</b>	<b>7 847,20</b>	<b>21 531,20</b>	<b>36 217,80</b>	<b>52 622,28</b>	<b>91 738,60</b>	<b>111 060,60</b>

Figura E.6 - Fornecimentos e serviços externos - parte 2.

<b>QUADRO RESUMO</b>	2019	2020	2021	2022	2023	2024
<b>Remunerações</b>						
Órgãos Sociais	24 500	28 000	28 280	28 563	29 420	30 302
Pessoal		14 000	29 400	45 850	89 250	123 200
Encargos sobre remunerações	5 819	9 975	13 699	17 673	28 184	36 457
Seguros Acidentes de Trabalho e doenças profissionais	245	420	577	744	1 187	1 535
Gastos de acção social	1 100	2 200	3 300	4 400	7 700	9 900
Outros gastos com pessoal						
<b>TOTAL GASTOS COM PESSOAL</b>	<b>31 664</b>	<b>54 595</b>	<b>75 256</b>	<b>97 230</b>	<b>155 740</b>	<b>201 394</b>
<b>Retenções Colaboradores</b>						
Retenção SS Colaborador						
Gerência / Administração	11,00%	2 695	3 080	3 111	3 142	3 236
Outro Pessoal	11,00%		1 540	3 234	5 044	9 818
Retenção IRS Colaborador	15,00%	3 675	6 300	8 652	11 162	17 800
<b>TOTAL Retenções</b>	<b>6 370</b>	<b>10 920</b>	<b>14 997</b>	<b>19 347</b>	<b>30 854</b>	<b>39 911</b>

Figura E.7 - Resumo dos gastos com pessoal.

<b>Investimento em Fundo Maneio Necessário</b>						
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
<b>Necessidades Fundo Maneio</b>						
Reserva Segurança Tesouraria	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000
Clientes	3 516	15 850	34 996	58 810	92 426	140 286
Inventários	220	933	1 763	2 730	4 149	6 111
Estado						
*						
*						
<b>TOTAL</b>	<b>8 736</b>	<b>21 783</b>	<b>41 759</b>	<b>66 539</b>	<b>101 575</b>	<b>151 397</b>
<b>Recursos Fundo Maneio</b>						
Fornecedores	2 392	8 180	14 711	22 200	35 705	48 575
Estado	1 366	4 307	8 827	14 451	22 473	34 541
*						
<b>TOTAL</b>	<b>3 758</b>	<b>12 487</b>	<b>23 538</b>	<b>36 652</b>	<b>58 178</b>	<b>83 115</b>
<b>Fundo Maneio Necessário</b>	<b>4 978</b>	<b>9 296</b>	<b>18 221</b>	<b>29 888</b>	<b>43 397</b>	<b>68 281</b>
<b>Investimento em Fundo de Maneio</b>	<b>4 978</b>	<b>4 318</b>	<b>8 925</b>	<b>11 667</b>	<b>13 509</b>	<b>24 885</b>

Figura E.8 - Investimento em fundo de maneiio.

<b>Depreciações &amp; Amortizações acumuladas</b>	2019	2020	2021	2022	2023	2024
<b>Propriedades de investimento</b>						
Activos fixos tangíveis		379	1 137	2 107	4 226	6 771
Activos Intangíveis						
<b>TOTAL</b>		<b>379</b>	<b>1 137</b>	<b>2 107</b>	<b>4 226</b>	<b>6 771</b>
<b>Valores Balanço</b>						
<b>Propriedades de investimento</b>						
Activos fixos tangíveis		1 516	2 651	2 744	6 373	5 953
Activos Intangíveis						
<b>TOTAL</b>		<b>1 516</b>	<b>2 651</b>	<b>2 744</b>	<b>6 373</b>	<b>5 953</b>

Figura E.9 - Depreciações e amortizações acumuladas. Valores do balanço.

<b>Financiamento</b>						
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
<b>Investimento</b>	4 978	6 213	10 818	12 729	19 258	27 010
Margem de segurança	50,00%	40,00%	30,00%	20,00%	10,00%	10,00%
<b>Necessidades de financiamento</b>	<b>7 500</b>	<b>8 700</b>	<b>14 100</b>	<b>15 300</b>	<b>21 200</b>	<b>29 700</b>
<b>Fontes de Financiamento</b>						
Meios Libertos			11 222	51 165	74 887	162 041
Capital	5 000					
Outros instrumentos de capital						
Empréstimos de Sócios	25 000					
Financiamento bancário e outras Inst. Crédito	25 000	22 500				
Subsídios						
<b>TOTAL</b>	<b>55 000</b>	<b>22 500</b>	<b>11 222</b>	<b>51 165</b>	<b>74 887</b>	<b>162 041</b>

Figura E.10 - Tabela do financiamento - parte 1

Capital em dívida	25 000	41 250	29 375	17 500	5 625	
Juros pagos com Imposto Selo incluído	879	2 686	2 466	1 795	1 123	452
Reembolso		6 250	11 875	11 875	11 875	5 625

Figura E.11 - Tabela do financiamento - parte 2

Ponto Crítico Operacional Previsional						
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Vendas e serviços prestados	17 150,00	77 315,60	170 711,59	286 876,68	450 856,37	684 322,44
Variação nos inventários da produção						
CMVMC	5 287,15	22 398,56	42 315,86	65 511,60	99 587,68	146 657,41
FSE Variáveis						
Margem Bruta de Contribuição	11 862,85	54 917,04	128 395,72	221 365,08	351 268,70	537 665,03
Ponto Crítico	56 043,26	106 387,60	146 577,40	190 997,31	312 090,53	392 226,76

Figura E.12 - Ponto crítico operacional previsional.

Demonstração de Resultados Previsional						
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Vendas e serviços prestados	17 150	77 316	170 712	286 877	450 856	684 322
Subsídios à Exploração						
Ganhos/perdas imputados de subsidiárias, associadas e empreendimentos conjuntos						
Variação nos inventários da produção						
Trabalhos para a própria entidade						
CMVMC	5 287	22 399	42 316	65 512	99 588	146 657
Fornecimento e serviços externos	7 102	20 593	34 231	49 181	85 294	104 230
Gastos com o pessoal	31 664	54 595	75 256	97 230	155 740	201 394
Imparidade de inventários (perdas/reversões)						
Imparidade de dívidas a receber (perdas/reversões)	422	1 902	4 200	7 057	11 091	16 834
Provisões (aumentos/reduções)						
Imparidade de investimentos não depreciáveis/amortizáveis (perdas/reversões)						
Aumentos/reduções de justo valor						
Outros rendimentos e ganhos						
Outros gastos e perdas						
<b>EBITDA (Resultado antes de depreciações, gastos de financiamento e impostos)</b>	<b>-27 325</b>	<b>-22 173</b>	<b>14 710</b>	<b>67 897</b>	<b>99 143</b>	<b>215 207</b>
Gastos/reversões de depreciação e amortização		379	758	970	2 120	2 545
Imparidade de activos depreciáveis/amortizáveis (perdas/reversões)						
<b>EBIT (Resultado Operacional)</b>	<b>-27 325</b>	<b>-22 552</b>	<b>13 952</b>	<b>66 927</b>	<b>97 023</b>	<b>212 662</b>
Juros e rendimentos similares obtidos	202	86	10	343	868	2 171
Juros e gastos similares suportados	879	2 686	2 466	1 795	1 123	452
<b>RESULTADO ANTES DE IMPOSTOS</b>	<b>-28 001</b>	<b>-25 151</b>	<b>11 496</b>	<b>65 475</b>	<b>96 768</b>	<b>214 381</b>
Imposto sobre o rendimento do período				5 955	24 192	53 595
<b>RESULTADO LÍQUIDO DO PERÍODO</b>	<b>-28 001</b>	<b>-25 151</b>	<b>11 496</b>	<b>59 520</b>	<b>72 576</b>	<b>160 786</b>

Figura E.13 - Demonstração de resultados previsional.

<b>Mapa de Cash Flows Operacionais</b>						
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
<b>Meios Libertos do Projecto</b>						
Resultados Operacionais (EBIT) x (1-IRC)	-20 494	-16 914	10 464	50 195	72 768	159 497
Depreciações e amortizações		379	758	970	2 120	2 545
Provisões do exercício						
	<b>-20 494</b>	<b>-16 535</b>	<b>11 222</b>	<b>51 165</b>	<b>74 887</b>	<b>162 041</b>
<b>Investim./Desinvest. em Fundo Maneio</b>						
Fundo de Maneio	-4 978	-4 318	-8 925	-11 667	-13 509	-24 885
<b>CASH FLOW de Exploração</b>	<b>-25 471</b>	<b>-20 853</b>	<b>2 297</b>	<b>39 499</b>	<b>61 379</b>	<b>137 157</b>
<b>Investim./Desinvest. em Capital Fixo</b>						
Capital Fixo		-1 895	-1 893	-1 063	-5 749	-2 125
<b>Free cash-flow</b>	<b>-25 471</b>	<b>-22 748</b>	<b>404</b>	<b>38 436</b>	<b>55 630</b>	<b>135 032</b>
<b>CASH FLOW acumulado</b>	<b>-25 471</b>	<b>-48 219</b>	<b>-47 815</b>	<b>-9 379</b>	<b>46 250</b>	<b>181 282</b>

Figura E.14 - Mapa de *Cash flows* operacionais.

<b>Plano de Financiamento</b>						
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
<b>ORIGENS DE FUNDOS</b>						
Meios Libertos Brutos	-26 903	-20 271	18 909	74 954	110 234	232 041
Capital Social (entrada de fundos)	5 000					
Outros instrumentos de capital	25 000					
Empréstimos Obtidos	25 000	22 500				
Desinvest. em Capital Fixo						
Desinvest. em FMN						
Proveitos Financeiros	202	86	10	343	868	2 171
<b>Total das Origens</b>	<b>28 299</b>	<b>2 316</b>	<b>18 919</b>	<b>75 297</b>	<b>111 102</b>	<b>234 212</b>
<b>APLICAÇÕES DE FUNDOS</b>						
Inv. Capital Fixo		1 895	1 893	1 063	5 749	2 125
Inv Fundo de Maneio	4 978	4 318	8 925	11 667	13 509	24 885
Imposto sobre os Lucros					5 955	24 192
Pagamento de Dividendos			2 299	11 904	14 515	32 157
Reembolso de Empréstimos		6 250	11 875	11 875	11 875	5 625
Encargos Financeiros	879	2 686	2 466	1 795	1 123	452
<b>Total das Aplicações</b>	<b>5 856</b>	<b>15 149</b>	<b>27 458</b>	<b>38 303</b>	<b>52 726</b>	<b>89 436</b>
<b>Saldo de Tesouraria Anual</b>	<b>22 443</b>	<b>-12 833</b>	<b>-8 539</b>	<b>36 994</b>	<b>58 376</b>	<b>144 776</b>
<b>Saldo de Tesouraria Acumulado</b>	<b>22 443</b>	<b>9 610</b>	<b>1 071</b>	<b>38 065</b>	<b>96 441</b>	<b>241 217</b>
<b>Aplicações / Empréstimo Curto Prazo</b>	<b>22 443</b>	<b>9 610</b>	<b>1 071</b>	<b>38 065</b>	<b>96 441</b>	<b>241 217</b>

Figura E.15 - Plano de financiamento.

## Balço Previsional

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
<b>ACTIVO</b>						
<b>Activo Não Corrente</b>		<b>1 516</b>	<b>2 651</b>	<b>2 744</b>	<b>6 373</b>	<b>5 953</b>
Activos fixos tangíveis		1516	2 651	2 744	6 373	5 953
Propriedades de investimento						
Activos Intangíveis						
Investimentos financeiros						
<b>Activo corrente</b>	<b>30 757</b>	<b>29 069</b>	<b>36 306</b>	<b>91 023</b>	<b>173 344</b>	<b>351 108</b>
Inventários	220	933	1 763	2 730	4 149	6 111
Clientes	3 094	13 526	28 473	45 229	67 754	98 780
Estado e Outros Entes Públicos						
Accionistas/sócios						
Outras contas a receber						
Diferimentos						
Caixa e depósitos bancários	27 443	14 610	6 071	43 065	101 441	246 217
<b>TOTAL ACTIVO</b>	<b>30 757</b>	<b>30 585</b>	<b>38 957</b>	<b>93 767</b>	<b>179 717</b>	<b>357 061</b>

Figura E.16 - Balço previsional.

<b>CAPITAL PRÓPRIO</b>						
Capital realizado	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000
Ações (quotas próprias)						
Outros instrumentos de capital próprio						
Reservas		-28 001	-55 451	-55 860	-10 855	29 564
Excedentes de revalorização						
Outras variações no capital próprio						
Resultado líquido do período	-28 001	-25 151	11 496	59 520	72 576	160 786
<b>TOTAL DO CAPITAL PRÓPRIO</b>	<b>-23 001</b>	<b>-48 152</b>	<b>-38 956</b>	<b>8 661</b>	<b>66 722</b>	<b>195 350</b>
<b>PASSIVO</b>						
<b>Passivo não corrente</b>	<b>25 000</b>	<b>41 250</b>	<b>29 375</b>	<b>17 500</b>	<b>5 625</b>	
Provisões						
Financiamentos obtidos	25 000	41 250	29 375	17 500	5 625	
Outras Contas a pagar						
<b>Passivo corrente</b>	<b>28 758</b>	<b>37 487</b>	<b>48 538</b>	<b>67 606</b>	<b>107 371</b>	<b>161 711</b>
Fornecedores	2 392	8 180	14 711	22 200	35 705	48 575
Estado e Outros Entes Públicos	1 366	4 307	8 827	20 406	46 665	88 136
Accionistas/sócios	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000
Financiamentos Obtidos						
Outras contas a pagar						
<b>TOTAL PASSIVO</b>	<b>53 758</b>	<b>78 737</b>	<b>77 913</b>	<b>85 106</b>	<b>112 996</b>	<b>161 711</b>
<b>TOTAL PASSIVO + CAPITAIS PRÓPRIO:</b>	<b>30 757</b>	<b>30 585</b>	<b>38 957</b>	<b>93 767</b>	<b>179 717</b>	<b>357 061</b>

Figura E.17 - Capitais próprios e passivo.

### Principais Indicadores

INDICADORES ECONÓMICOS	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Taxa de Crescimento do Negócio		351%	121%	68%	57%	52%
Rentabilidade Líquida sobre as vendas	-163%	-33%	7%	21%	16%	23%
INDICADORES ECONÓMICOS - FINANCEIROS	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Return On Investment (ROI)	-91%	-82%	30%	63%	40%	45%
Rendibilidade do Activo	-89%	-74%	36%	71%	54%	60%
Rotação do Activo	56%	253%	438%	306%	251%	192%
Rendibilidade dos Capitais Próprios (ROE)	122%	52%	-30%	687%	109%	82%
INDICADORES FINANCEIROS	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Autonomia Financeira	-75%	-157%	-100%	9%	37%	55%
Solvabilidade Total	57%	39%	50%	110%	159%	221%
Cobertura dos encargos financeiros	-3110%	-840%	566%	3729%	8638%	47070%
INDICADORES DE LIQUIDEZ	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Liquidez Corrente	1,07	0,78	0,75	1,35	1,61	2,17
Liquidez Reduzida	1,06	0,75	0,71	1,31	1,58	2,13
INDICADORES DE RISCO NEGÓCIO	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Margem Bruta	4 761	34 324	94 165	172 184	265 975	433 435
Grau de Alavanca Operacional	-17%	-152%	675%	257%	274%	204%
Grau de Alavanca Financeira	98%	90%	121%	102%	100%	99%

Figura E.18 - Principais indicadores - parte 1.

Na perspectiva do Projecto Pós-Financiamento	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Free Cash Flow to Firm	-25 471	-22 748	404	38 436	55 630	135 032	80 936
WACC	24,01%	-9,71%	-4,39%	2,40%	1,33%	1,19%	1,19%
Factor de actualização	1	0,903	0,863	0,884	0,896	0,906	-
Fluxos actualizados	-25 471	-25 195	468	43 483	62 108	148 980	89 297
Fuxos actualizados acumulados	-25 471	-50 666	-50 198	-6 715	55 394	204 373	293 670
Valor Actual Líquido (VAL)	293 670						
Taxa Interna de Rentabilidade	55,87%						
Pay Back period	4 Anos						

Figura E.19 - Principais indicadores - parte 2.

## Anexo F. Modelo de análise financeira (otimista) do b-Remote

O modelo de análise financeira, baseado em perspectivas otimistas, realizado no âmbito da candidatura do b-Remote ao concurso do PPEPP, recorrendo à ferramenta FINICIA do IAPMEI.

## Pressupostos Gerais

*Valide os pressupostos aqui indicados e ajuste-os de acordo com o seu projecto*

Unidade monetária	Euros		
Ano inicial do projeto (Ano 0)	2019	= ano em que inicia o investimento e poderá ou não haver exploração	
Prazo médio de Recebimento (dias) / (meses)	60	2,0	A definir em função da prática da empresa e do sector assim como da
Prazo médio de Pagamento (dias) / (meses)	60	2,0	
Prazo médio de Stockagem (dias) / (meses)	15	0,5	
Prazo de pagamento de IVA (trim = 4; mensal =12)		4	
Taxa de IVA - Vendas	23,00%	Em função do tipo de produtos e serviços	
Taxa de IVA - Prestação Serviços	23,00%		
Taxa de IVA - CMVMC	23,00%		
Taxa de IVA - FSE	23,00%		
Taxa de IVA - Investimento	23,00%		
Taxa de Segurança Social - entidade - órgãos sociais	23,75%	Em vigor no ano base	
Taxa de Segurança Social - entidade - colaboradores	23,75%		
Taxa de Segurança Social - pessoal - órgãos sociais	11,00%		
Taxa de Segurança Social - pessoal - colaboradores	11,00%		
Taxa média de IRS	15,00%	A definir em função do Lei e do valor dos rendimentos do trabalho.	
Taxa de IRC	25,00%	Definido por Lei - ter em conta Localização e condições específicas da atividade	
Taxa de Aplicações Financeiras Curto Prazo	0,90%	Ver condições de mercado e risco da empresa na ótica bancária	
Taxa de juro de empréstimo Curto Prazo	3,00%		
Taxa de juro de empréstimo ML Prazo	4,00%		
Taxa de juro de ativos sem risco - Rf (Obrig Tesouro)	0,25%	NOTA: Quando não se aplica Beta, colocar:	
Prémio de risco de mercado = (Rm*-Rf) ou p <sup>a</sup>	5,00%	Um valor para o prémio de risco (p <sup>a</sup> ) adequado ao projecto	
Beta U de empresas de referência	100,00%	Beta = 100% se não conhecer ou não utilizar empresa de referência	
Taxa de crescimento dos cash flows na perpetuidade	0,00	Na maioria dos projetos considerar 0% e utilizar Não a perpetuidade mas sim o valor residual o valor do Ativo Fixo não Amortizado e o Valor Residual do F Maneio no último ano. VER Folha Avaliação em que	
* Rendimento esperado de mercado (entenda-se mercado acionista de referência)			

Figura F.1 - Pressupostos gerais.

### Vendas + Prestações de Serviços

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
<b>Taxa de variação dos preços</b>		1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%
<b>VENDAS - MERCADO NACIONAL</b>						
<b>Sistema b-Remote (3 Sensores + Gateway)</b>	7 410	29 709	60 308	122 426	207 518	294 883
Quantidades vendidas	38	150	300	600	1 003	1 404
Taxa de crescimento das unidades vendidas	0%	295,00%	100,00%	100,00%	67,00%	40,00%
Preço Unitário	195,00	197,93	200,89	203,91	206,97	210,07
<b>Licença Anual Cloud</b>	3 220	16 423	42 616	95 418	182 942	305 097
Quantidades vendidas	46	231	591	1 304	2 462	4 046
Taxa de crescimento das unidades vendidas	0%	402,50%	155,65%	120,59%	88,89%	64,31%
Preço Unitário	70,00	71,05	72,12	73,20	74,30	75,41
<b>Upgrade b-Remote (HW + SW)(+5mâq.)</b>	1 520	7 560	19 347	43 495	81 855	137 091
Quantidades vendidas	10	47	117	260	482	795
Taxa de crescimento das unidades vendidas	0%	390,00%	152,14%	121,49%	85,41%	65,00%
Preço Unitário	160,00	162,40	164,84	167,31	169,82	172,37
<b>Pacote manutenção + consultoria</b>	5 000	23 624	72 552	163 105	306 956	514 090
Quantidades vendidas	10	47	141	312	578	954
Taxa de crescimento das unidades vendidas	0%	365,50%	202,57%	121,49%	85,41%	65,00%
Preço Unitário	500,00	507,50	515,11	522,84	530,68	538,64
<b>TOTAL</b>	17 150	77 316	194 823	424 444	779 272	1 251 162

Figura F.2 - Vendas e prestações de serviços.

<b>TOTAL VOLUME DE NEGÓCIOS</b>	17 150	77 316	194 823	424 444	779 272	1 251 162
<b>IVA</b>	3 945	17 783	44 809	97 622	179 232	287 767
<b>TOTAL VOLUME DE NEGÓCIOS + IVA</b>	21 095	95 098	239 633	522 066	958 504	1 538 929
<b>Perdas por imparidade</b>	2,00%	422	1 902	4 793	10 441	30 779

Figura F.3 - Total do volume de negócios.

### CMVMC - Custo das Mercadorias Vendidas e Matérias Consumidas

CMVMC	Margem Bruta	2019	2020	2021	2022	2023	2024
<b>MERCADO NACIONAL</b>							
<b>Sistema b-Remote (3 Sensores + Gateway)</b>	46,00%	4 001	16 043	32 567	66 110	112 060	159 237
<b>Licença Anual Cloud</b>	96,37%	117	596	1 546	3 462	6 638	11 071
<b>Upgrade b-Remote (HW + SW)(+5mâq.)</b>	44,00%	851	4 233	10 834	24 357	45 839	76 771
<b>Pacote manutenção + consultoria</b>	95,00%	250	1 181	3 628	8 155	15 348	25 705
<b>MERCADO EXTERNO</b>							
Produto A *							
Produto B *							
<b>TOTAL CMVMC</b>		5 219	22 053	48 575	102 085	179 884	272 783
<b>IVA</b>	23,00%	1 200	5 072	11 172	23 479	41 373	62 740
<b>TOTAL CMVMC + IVA</b>		6 420	27 125	59 747	125 564	221 258	335 523

Figura F.4 - Custo das mercadorias vendidas e matérias consumidas.

### FSE - Fornecimentos e Serviços Externos

					2019	2020	2021	2022	2023	2024
<b>Nº Meses</b>					12	12	12	12	12	12
<b>Taxa de crescimento</b>										
	Tx IVA	CF	CV	Valor Mensal	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Subcontratos	23,0%	100,0%								
<b>Serviços especializados</b>										
Trabalhos especializados	23,0%	100,0%			2 400,00	2 400,00	2 400,00	4 800,00	4 800,00	4 800,00
Publicidade e propaganda	23,0%	100,0%								
Vigilância e segurança	23,0%	100,0%								
Honorários	23,0%	100,0%					1 500,00	6 982,50	13 500,00	13 500,00
Comissões	23,0%	100,0%								
Conservação e reparação	23,0%	100,0%								
<b>Materiais</b>										
Ferramentas e utensílios de desgaste rápido	23,0%	100,0%		20,00	240,00	480,00	960,00	2 160,00	3 120,00	4 080,00
Livros e documentação técnica	23,0%	100,0%								
Material de escritório	23,0%	100,0%		20,00	240,00	480,00	960,00	2 520,00	3 840,00	5 160,00
Artigos para oferta	23,0%	100,0%								
<b>Energia e fluidos</b>										
Electricidade	23,0%	100,0%					600,00	1 800,00	1 800,00	1 800,00
Combustíveis	23,0%	100,0%		157,50	992,25	4 725,00	6 615,00	10 395,00	16 065,00	23 625,00
Água	6,0%	100,0%								
<b>Deslocações, estadas e transportes</b>										
Deslocações e Estadas	23,0%	100,0%		78,75	992,25	2 835,00	4 725,00	6 615,00	9 450,00	13 230,00
Transportes de pessoal	23,0%	100,0%		361,90		4 342,80	13 028,40	21 714,00	34 742,40	52 113,60
Transportes de mercadorias	23,0%	100,0%								
<b>Serviços diversos</b>										
Rendas e alugueres	23,0%	100,0%			360,00	360,00	2 400,00	7 800,00	7 800,00	7 800,00
Comunicação	23,0%	100,0%			360,00	720,00	984,00	3 840,00	5 400,00	6 960,00
Seguros		100,0%					300,00	600,00	600,00	600,00
Royalties	23,0%	100,0%								
Contencioso e notariado	23,0%	100,0%			100,00	200,00	400,00	900,00	1 400,00	1 900,00
Despesas de representação	23,0%	100,0%		112,50	1 417,50	4 050,00	6 750,00	9 450,00	13 500,00	18 900,00
Limpeza, higiene e conforto	23,0%	100,0%					780,00	1 560,00	1 560,00	1 560,00
Outros serviços	23,0%	100,0%								
<b>TOTAL FSE</b>					<b>7 102,00</b>	<b>20 592,80</b>	<b>42 402,40</b>	<b>81 136,50</b>	<b>117 577,40</b>	<b>156 028,60</b>
<b>TOTAL FSE</b>					<b>7 102,00</b>	<b>20 592,80</b>	<b>42 402,40</b>	<b>81 136,50</b>	<b>117 577,40</b>	<b>156 028,60</b>
<b>IVA</b>					745,20	938,40	1 882,32	5 442,38	7 824,60	8 707,80
<b>FSE + IVA</b>					<b>7 847,20</b>	<b>21 531,20</b>	<b>44 284,72</b>	<b>86 578,88</b>	<b>125 402,00</b>	<b>164 736,40</b>

Figura F.5 - Fornecimentos e serviços externos.

<b>QUADRO RESUMO</b>	2019	2020	2021	2022	2023	2024
<b>Remunerações</b>						
Órgãos Sociais	24 500	28 000	28 280	29 128	30 002	30 902
Pessoal		14 000	43 400	129 150	208 250	292 950
Encargos sobre remunerações	5 819	9 975	17 024	37 591	56 585	76 915
Seguros Acidentes de Trabalho e doenças profissionais	245	420	717	1 583	2 383	3 239
Gastos de ação social	1 100	2 200	4 400	11 000	16 500	22 000
Outros gastos com pessoal						
<b>TOTAL GASTOS COM PESSOAL</b>	<b>31 664</b>	<b>54 595</b>	<b>93 821</b>	<b>208 452</b>	<b>313 720</b>	<b>426 006</b>
<b>Retenções Colaboradores</b>						
Retenção SS Colaborador						
Gerência / Administração	11,00%	2 695	3 080	3 111	3 204	3 399
Outro Pessoal	11,00%		1 540	4 774	14 207	32 225
Retenção IRS Colaborador	15,00%	3 675	6 300	10 752	23 742	35 738
<b>TOTAL Retenções</b>		<b>6 370</b>	<b>10 920</b>	<b>18 637</b>	<b>41 152</b>	<b>61 946</b>

Figura F.6 - Resumo dos gastos com pessoal.

### Investimento em Fundo Maneio Necessário

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
<b>Necessidades Fundo Maneio</b>						
Reserva Segurança Tesouraria	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000
Clientes	3 516	15 850	39 939	87 011	159 751	256 488
Inventários	217	919	2 024	4 254	7 495	11 366
Estado						
*						
*						
<b>TOTAL</b>	<b>8 733</b>	<b>21 769</b>	<b>46 963</b>	<b>96 265</b>	<b>172 246</b>	<b>272 854</b>
<b>Recursos Fundo Maneio</b>						
Fornecedores	2 378	8 109	17 339	35 357	57 777	83 377
Estado	1 370	4 327	10 316	22 177	40 734	65 347
*						
<b>TOTAL</b>	<b>3 748</b>	<b>12 436</b>	<b>27 655</b>	<b>57 534</b>	<b>98 511</b>	<b>148 724</b>
<b>Fundo Maneio Necessário</b>	<b>4 985</b>	<b>9 333</b>	<b>19 308</b>	<b>38 730</b>	<b>73 735</b>	<b>124 130</b>
<b>Investimento em Fundo de Maneio</b>	<b>4 985</b>	<b>4 348</b>	<b>9 975</b>	<b>19 422</b>	<b>35 005</b>	<b>50 395</b>

Figura F.7 - Investimento em fundo de maneo.

<b>Depreciações &amp; Amortizações acumuladas</b>	2019	2020	2021	2022	2023	2024
<b>Propriedades de investimento</b>						
Activos fixos tangíveis		379	1 349	4 484	8 458	13 269
Activos Intangíveis						
<b>TOTAL</b>		<b>379</b>	<b>1 349</b>	<b>4 484</b>	<b>8 458</b>	<b>13 269</b>
<b>Valores Balanço</b>						
<b>Propriedades de investimento</b>						
Activos fixos tangíveis		1 516	3 501	11 192	11 409	10 788
Activos Intangíveis						
<b>TOTAL</b>		<b>1 516</b>	<b>3 501</b>	<b>11 192</b>	<b>11 409</b>	<b>10 788</b>

Figura F.8 - Depreciações e amortizações acumuladas. Valores do balanço.

### Financiamento

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
<b>Investimento</b>	4 985	6 243	12 930	30 249	39 195	54 585
Margem de segurança	50,00%	40,00%	30,00%	20,00%	10,00%	10,00%
<b>Necessidades de financiamento</b>	<b>7 500</b>	<b>8 700</b>	<b>16 800</b>	<b>36 300</b>	<b>43 100</b>	<b>60 000</b>
<b>Fontes de Financiamento</b>						
Meios Libertos			4 167	17 531	112 683	275 377
Capital	5 000					
Outros instrumentos de capital						
Empréstimos de Sócios	32 500					
Financiamento bancário e outras Inst. Crédito		22 500	15 000	10 000		
Subsídios						
<b>TOTAL</b>	<b>37 500</b>	<b>22 500</b>	<b>19 167</b>	<b>27 531</b>	<b>112 683</b>	<b>275 377</b>

Figura F.9 - Tabela do financiamento - parte 1

Capital em dívida		22 500	31 875	32 500	23 125	11 750
Juros pagos com Imposto Selo incluído		1 807	3 012	3 062	2 309	1 556
Reembolso			5 625	9 375	9 375	11 375

Figura F.10 - Tabela do financiamento - parte 2

Ponto Crítico Operacional Previsional						
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Vendas e serviços prestados	17 150,00	77 315,60	194 823,33	424 444,11	779 271,64	1 251 161,77
Variação nos inventários da produção						
CMVMC	5 219,44	22 053,18	48 574,86	102 084,61	179 884,48	272 782,78
FSE Variáveis						
Margem Bruta de Contribuição	11 930,56	55 262,41	146 248,46	322 359,50	599 387,16	978 378,99
Ponto Crítico	55 725,17	105 722,71	182 760,46	385 423,80	565 901,13	750 464,67

Figura F.11 - Ponto crítico operacional previsional.

Demonstração de Resultados Previsional						
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Vendas e serviços prestados	17 150	77 316	194 823	424 444	779 272	1 251 162
Subsídios à Exploração						
Ganhos/perdas imputados de subsidiárias, associadas e empreendimentos conjuntos						
Variação nos inventários da produção						
Trabalhos para a própria entidade						
CMVMC	5 219	22 053	48 575	102 085	179 884	272 783
Fornecimento e serviços externos	7 102	20 593	42 402	81 137	117 577	156 029
Gastos com o pessoal	31 664	54 595	93 821	208 452	313 720	426 006
Imparidade de inventários (perdas/reversões)						
Imparidade de dívidas a receber (perdas/reversões)	422	1 902	4 793	10 441	19 170	30 779
Provisões (aumentos/reduções)						
Imparidade de investimentos não depreciáveis/amortizáveis (perdas/reversões)						
Aumentos/reduções de justo valor						
Outros rendimentos e ganhos						
Outros gastos e perdas						
<b>EBITDA (Resultado antes de depreciações, gastos de financiamento e impostos)</b>	<b>-27 257</b>	<b>-21 827</b>	<b>5 233</b>	<b>22 329</b>	<b>148 920</b>	<b>365 566</b>
Gastos/reversões de depreciação e amortização		379	970	3 135	3 973	4 811
Imparidade de activos depreciáveis/amortizáveis (perdas/reversões)						
<b>EBIT (Resultado Operacional)</b>	<b>-27 257</b>	<b>-22 206</b>	<b>4 263</b>	<b>19 194</b>	<b>144 947</b>	<b>360 755</b>
Juros e rendimentos similares obtidos	52	2	34	6	859	3 111
Juros e gastos similares suportados		1 807	3 012	3 062	2 309	1 556
<b>RESULTADO ANTES DE IMPOSTOS</b>	<b>-27 205</b>	<b>-24 011</b>	<b>1 284</b>	<b>16 137</b>	<b>143 497</b>	<b>362 309</b>
Imposto sobre o rendimento do período					27 425	90 577
<b>RESULTADO LÍQUIDO DO PERÍODO</b>	<b>-27 205</b>	<b>-24 011</b>	<b>1 284</b>	<b>16 137</b>	<b>116 071</b>	<b>271 732</b>

Figura F.12 - Demonstração de resultados previsional.

### Mapa de Cash Flows Operacionais

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
<b>Meios Libertos do Projecto</b>						
Resultados Operacionais (EBIT) x (1-IRC)	-20 443	-16 655	3 197	14 396	108 710	270 566
Depreciações e amortizações		379	970	3 135	3 973	4 811
Provisões do exercício						
	-20 443	-16 276	4 167	17 531	112 683	275 377
<b>Investim./Desinvest. em Fundo Maneio</b>						
Fundo de Maneio	-4 985	-4 348	-9 975	-19 422	-35 005	-50 395
<b>CASH FLOW de Exploração</b>	<b>-25 428</b>	<b>-20 623</b>	<b>-5 809</b>	<b>-1 891</b>	<b>77 679</b>	<b>224 982</b>
<b>Investim./Desinvest. em Capital Fixo</b>						
Capital Fixo		-1 895	-2 955	-10 827	-4 190	-4 190
<b>Free cash-flow</b>	<b>-25 428</b>	<b>-22 518</b>	<b>-8 764</b>	<b>-12 718</b>	<b>73 489</b>	<b>220 792</b>
<b>CASH FLOW acumulado</b>	<b>-25 428</b>	<b>-47 946</b>	<b>-56 710</b>	<b>-69 428</b>	<b>4 061</b>	<b>224 853</b>

Figura F.13 - Mapa de *Cash flows* operacionais.

### Plano de Financiamento

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
<b>ORIGENS DE FUNDOS</b>						
Meios Libertos Brutos	-26 835	-19 925	10 025	32 771	168 090	396 345
Capital Social (entrada de fundos)	5 000					
Outros instrumentos de capital	32 500					
Empréstimos Obtidos		22 500	15 000	10 000		
Desinvest. em Capital Fixo						
Desinvest. em FMN						
Proveitos Financeiros	52	2	34	6	859	3 111
<b>Total das Origens</b>	<b>10 716</b>	<b>2 577</b>	<b>25 059</b>	<b>42 776</b>	<b>168 949</b>	<b>399 455</b>
<b>APLICAÇÕES DE FUNDOS</b>						
Inv. Capital Fixo		1 895	2 955	10 827	4 190	4 190
Inv Fundo de Maneio	4 985	4 348	9 975	19 422	35 005	50 395
Imposto sobre os Lucros						27 425
Pagamento de Dividendos				3 227	23 214	54 346
Reembolso de Empréstimos			5 625	9 375	9 375	11 375
Encargos Financeiros		1 807	3 012	3 062	2 309	1 556
<b>Total das Aplicações</b>	<b>4 985</b>	<b>8 050</b>	<b>21 567</b>	<b>45 913</b>	<b>74 093</b>	<b>149 288</b>
<b>Saldo de Tesouraria Anual</b>	<b>5 731</b>	<b>-5 473</b>	<b>3 492</b>	<b>-3 137</b>	<b>94 856</b>	<b>250 167</b>
<b>Saldo de Tesouraria Acumulado</b>	<b>5 731</b>	<b>259</b>	<b>3 750</b>	<b>613</b>	<b>95 469</b>	<b>345 636</b>
<b>Aplicações / Empréstimo Curto Prazo</b>	<b>5 731</b>	<b>259</b>	<b>3 750</b>	<b>613</b>	<b>95 469</b>	<b>345 636</b>

Figura F.14 - Plano de financiamento.

<b>Balanço Previsional</b>						
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
<b>ACTIVO</b>						
<b>Activo Não Corrente</b>		1 516	3 501	11 192	11 409	10 788
Activos fixos tangíveis		1 516	3 501	11 192	11 409	10 788
Propriedades de investimento						
Activos Intangíveis						
Investimentos financeiros						
<b>Activo corrente</b>	14 043	19 703	43 596	79 320	230 987	550 984
Inventários	217	919	2 024	4 254	7 495	11 366
Clientes	3 094	13 526	32 822	69 453	123 023	188 982
Estado e Outros Entes Públicos						
Accionistas/sócios						
Outras contas a receber						
Diferimentos						
Caixa e depósitos bancários	10 731	5 259	8 750	5 613	100 469	350 636
<b>TOTAL ACTIVO</b>	<b>14 043</b>	<b>21 219</b>	<b>47 097</b>	<b>90 512</b>	<b>242 396</b>	<b>561 771</b>

Figura F.15 - Balanço previsional.

<b>CAPITAL PRÓPRIO</b>						
Capital realizado	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000
Ações (quotas próprias)						
Outros instrumentos de capital próprio						
Reservas		-27 205	-51 217	-53 160	-60 237	1 488
Excedentes de revalorização						
Outras variações no capital próprio						
Resultado líquido do período	-27 205	-24 011	1 284	16 137	116 071	271 732
<b>TOTAL DO CAPITAL PRÓPRIO</b>	<b>-22 205</b>	<b>-46 217</b>	<b>-44 932</b>	<b>-32 022</b>	<b>60 835</b>	<b>278 220</b>
<b>PASSIVO</b>						
<b>Passivo não corrente</b>		22 500	31 875	32 500	23 125	11 750
Provisões						
Financiamentos obtidos		22 500	31 875	32 500	23 125	11 750
Outras Contas a pagar						
<b>Passivo corrente</b>	36 248	44 936	60 155	90 034	158 436	271 801
Fornecedores	2 378	8 109	17 339	35 357	57 777	83 377
Estado e Outros Entes Públicos	1 370	4 327	10 316	22 177	68 160	155 925
Accionistas/sócios	32 500	32 500	32 500	32 500	32 500	32 500
Financiamentos Obtidos						
Outras contas a pagar						
<b>TOTAL PASSIVO</b>	<b>36 248</b>	<b>67 436</b>	<b>92 030</b>	<b>122 534</b>	<b>181 561</b>	<b>283 551</b>
<b>TOTAL PASSIVO + CAPITAIS PRÓPRIOS</b>	<b>14 043</b>	<b>21 219</b>	<b>47 097</b>	<b>90 512</b>	<b>242 396</b>	<b>561 771</b>

Figura F.16 - Capitais próprios e passivo.

Principais Indicadores						
INDICADORES ECONÓMICOS	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Taxa de Crescimento do Negócio		351%	152%	118%	84%	61%
Rentabilidade Líquida sobre as vendas	-159%	-31%	1%	4%	15%	22%
INDICADORES ECONÓMICOS - FINANCEIROS	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Return On Investment (ROI)	-194%	-113%	3%	18%	48%	48%
Rendibilidade do Activo	-194%	-105%	9%	21%	60%	64%
Rotação do Activo	122%	364%	414%	469%	321%	223%
Rendibilidade dos Capitais Próprios (ROE)	123%	52%	-3%	-50%	191%	98%
INDICADORES FINANCEIROS	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Autonomia Financeira	-158%	-218%	-95%	-35%	25%	50%
Solvabilidade Total	39%	31%	51%	74%	134%	198%
Cobertura dos encargos financeiros	#DIV/0!	-1229%	142%	627%	6277%	23182%
INDICADORES DE LIQUIDEZ	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Liquidez Corrente	0,39	0,44	0,72	0,88	1,46	2,03
Liquidez Reduzida	0,38	0,42	0,69	0,83	1,41	1,99
INDICADORES DE RISCO NEGÓCIO	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Margem Bruta	4 829	34 670	103 846	241 223	481 810	822 350
Grau de Alavanca Operacional	-18%	-156%	2436%	1257%	332%	228%
Grau de Alavanca Financeira	100%	92%	332%	119%	101%	100%

Figura F.17 - Principais indicadores - parte 1.

Na perspectiva do Projecto Pós-Financiamento	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Free Cash Flow to Firm	-25 428	-22 518	-8 764	-12 718	73 489	220 792	-201 426
WACC	5,25%	7,39%	10,77%	-148,64%	4,64%	5,18%	5,18%
Factor de actualização	1	1,074	1,190	-0,579	-0,605	-0,637	-
Fluxos actualizados	-25 428	-20 968	-7 367	21 979	-121 370	-346 699	316 290
Fuxos actualizados acumulados	-25 428	-46 396	-53 763	-31 784	-153 154	-499 853	-183 563
Valor Actual Líquido (VAL)	-183 563						
Taxa Interna de Rentabilidade	19,14%						
Pay Back period	6 Anos						

Figura F.18 - Principais indicadores - parte 2.