



CATÓLICA
ESCOLA SUPERIOR DE BIOTECNOLOGIA

PORTO

VALIDAÇÃO DO EQUIPAMENTO DE VISÃO ARTIFICIAL QUE
ANALISA O PRODUTO ACABADO

por

Diana Melissa Brandão de Almeida

Novembro 2017



CATÓLICA

ESCOLA SUPERIOR DE BIOTECNOLOGIA

PORTO

VALIDAÇÃO DO EQUIPAMENTO DE VISÃO ARTIFICIAL QUE ANALISA O PRODUTO ACABADO

Relatório de Estágio apresentado à Escola Superior de Biotecnologia da
Universidade Católica Portuguesa para obtenção do grau de Mestre em
Engenharia Alimentar

por

Diana Melissa Brandão de Almeida

Local: Symington Vinhos, SA

Orientação: Eng.^a Cláudia Santos

Coorientação: Prof. Francisco Campos

Novembro 2017

Resumo

O estágio curricular de Mestrado em Engenharia Alimentar foi realizado na empresa Symington Family Estates, nomeadamente no Departamento de Qualidade de Materiais e Produto Acabado.

Uma das principais funções do departamento de qualidade visa garantir a qualidade de matérias primas, materiais de embalagem e do próprio processo de produção, que permitem obter um produto final com as características esperadas. Na empresa existem dois equipamentos de visão artificial que auxiliam no controlo da qualidade, aumentando a velocidade e produtividade do processo.

Apesar destes equipamentos de elevado custo serem utilizados há muitos anos, nunca tinham sido sujeitos a uma validação. Neste contexto, e atendendo a sua importância, surgiu a oportunidade de desenvolver um projeto de validação dos equipamentos de visão artificial que analisam o produto acabado, instalados nas Linhas de Engarrafamento 5 e 6 da Quinta do Marco.

Com este projeto pretendeu-se retirar conclusões relativamente à fiabilidade dos equipamentos quando inspecionam a apresentação final do produto acabado, assim como verificar se existem diferenças significativas entre os equipamentos das duas linhas. Elaborou-se um plano de amostragem, em que foram criados artificialmente 12 tipos de defeitos flagrantes e 14 tipos de defeitos finos em garrafas, e procedeu-se à sua passagem por cada um dos equipamentos de modo a averiguar se estas seriam aprovadas ou rejeitadas. Posteriormente, determinou-se a taxa de fiabilidade de cada um dos equipamentos.

Concluiu-se que, para o tipo de garrafa em estudo, o sistema de visão artificial presente na Linha 5 é mais eficiente na deteção de defeitos do que o equipamento da Linha 6, embora as diferenças entre si não sejam significativas.

Palavras-chave: Validação; Visão Artificial; Produto Acabado.

Abstract

The traineeship Master in Food Engineering was held at the company Symington Family States, particularly in the Quality Department of Materials and Finished Product.

One of the main functions of the quality department aims to ensure the quality of raw materials, packaging materials and production process itself, which allow to obtain a final product with the expected features. In the company there are two artificial vision equipment to assist in quality control, increasing the speed and productivity of the process.

Despite these costly equipment being used for many years, had never been subjected to a validation. In this context, and given its importance, the opportunity arose to develop a validation Project of the artificial vision equipment that analyze the finished product, installed in the Bottling Lines 5 and 6 of Quinta do Marco.

With this project, it was intended to draw conclusions regarding the reliability of the equipment when inspecting the final presentation of the finished product, as well as to verify if there are significant differences between the equipment of the two lines. A sampling plan was drawn up in which 12 types of flagrante defects and 14 types of fine defects in bottles were artificially created and passed through each of the equipment in order to determine whether they would be approved or rejected. Subsequently, the reliability rate of each equipment was determined.

It was concluded that, for the bottle type under study, the artificial vision system present in Line 5 is more efficient in the detection of defects than the equipment of Line 6, although the differences between them are not significant.

Keywords: Validation; Artificial Vision; Finished Product.

Índice

Resumo	3
Abstract	5
1. Introdução Geral.....	9
1.1. Identificação do local de estágio	9
1.2. Atividades desenvolvidas	9
2. Enquadramento do tema.....	10
2.1. Objetivo	10
2.2. O equipamento de visão artificial.....	10
2.2.1. Constituição.....	11
2.2.2. Modo de funcionamento.....	12
2.2.3. Potencialidades do equipamento	13
3. Materiais e Métodos	14
3.1. Plano de amostragem	14
3.2. Metodologia	14
3.3. Pressupostos gerais.....	15
4. Resultados e Discussão	16
4.1. Fiabilidade do sistema com defeitos flagrantes.....	17
4.1.1. Ausência de rótulo.....	19
4.1.2. Ausência de sub-rótulo.....	20
4.1.3. Garrafas bem serigrafadas sem sub-rótulo	21
4.1.4. Ausência de cápsula	23
4.1.5. Ausência de selo.....	24
4.1.6. Ausência do número de lote	25
4.1.7. Ausência de selo e de número de lote	26
4.1.8. Ausência de serigrafia, de cápsula e de número de lote.....	28
4.1.9. Cápsula com chapéu.....	30
4.1.10. Cápsula com rugas	31
4.1.11. Selo desalinhado.....	32
4.1.12. Selo do avesso	33
4.2. Fiabilidade do sistema com defeitos finos	35
4.2.1. Garrafas mal serigrafadas com sub-rótulo	37

4.2.2. Contra-rótulo descentrado face ao rótulo e ao sub-rótulo	38
4.2.3. Contra-rótulo com texto invertido.....	40
4.2.4. Contra-rótulo com inscrição legal ilegível	41
4.2.5. Contra-rótulo amarrotado	42
4.2.6. Rótulo de mercado diferente	44
4.2.7. Rótulo descolado	45
4.2.8. Rótulo desnivelado.....	47
4.2.9. Rótulo sujo	49
4.2.10. Rótulo com inscrição legal ilegível.....	50
4.2.11. Rótulo amarrotado.....	52
4.2.12. Selo amarrotado.....	53
4.2.13. Ausência do último algarismo no número de lote.....	55
4.2.14. Número de lote trocado	56
5. Conclusões	58
6. Propostas de melhoria	60
6.1. Ações de melhoria.....	60
6.2. Ações futuras.....	60
7. Bibliografia.....	61
Apêndices	62

1. Introdução Geral

1.1. Identificação do local de estágio

Este estágio curricular foi desenvolvido na empresa Symington Family Estates, nomeadamente no Departamento de Qualidade de Materiais e Produto Acabado sediado nas instalações fabris de Vila Nova de Gaia (Quinta do Marco e Quinta de Santo António).

A Symington Family Estates é uma empresa de propriedade e gestão familiar. É um dos principais produtores de vinhos do Porto de qualidade superior, responsável por cerca de 32% do total da produção de vinho do Porto de categorias especiais (Symington, 2015).

Possui várias marcas de vinho do Porto, incluindo algumas das mais emblemáticas, tais como Graham's, Warre's, Dow's, Cockburn's, Smith Woodhouse, Quinta do Vesúvio, Quinta do Ataíde, Gould Campbell, Quarles Harris e Martinez. No passado, a família foi responsável pelo desenvolvimento dos lagares modernos, o mais importante avanço dos últimos anos relativamente à produção de vinho do Porto de qualidade (Symington, 2015).

Os Symington estão também entre os pioneiros no desenvolvimento dos vinhos Douro DOC, produzindo os vinhos Chryseia, Post Scriptum e Prazo de Roriz com a família Prats de Bordéus, assim como outros vinhos do Douro apenas com a assinatura Symington, tanto na Quinta do Vesúvio, como na Quinta do Ataíde. Produzem ainda a gama de vinhos Altano (Symington, 2015).

1.2. Atividades desenvolvidas

Durante o período de estágio foram desenvolvidas diversas atividades para além do projeto principal.

Numa primeira fase, no sentido de ambientação e compreensão do modo de operação do departamento de qualidade, foram realizados ensaios laboratoriais de acordo com o plano de inspeção e ensaio relativamente à receção de materiais, ao controlo de capacidade em curso de produção e ao produto acabado; participou-se na gestão das calibrações e verificações dos equipamentos de medição, inspeção e ensaio; colaborou-se na realização de auditorias 5S e na revisão do sistema documental alocado à área.

Após esta fase de familiarização, selecionou-se o projeto de I&D a ser desenvolvido, nomeadamente a validação dos equipamentos de visão artificial que analisam o produto acabado. Uma vez que haveria a possibilidade de desenvolver paralelamente um projeto secundário, optou-se por realizar uma verificação da cobertura dos bicos de enchimento.

2. Enquadramento do tema

Os problemas com a qualidade e a segurança alimentar estão presentes na vida quotidiana, resultando numa crescente demanda pública de alimentos de alta qualidade. A embalagem de qualquer produto reflete não só a sua imagem de marca, como também o seu selo de qualidade, apresentando informação importante sobre o respetivo produto. Desta forma, a embalagem pode influenciar os consumidores na escolha de um produto ao invés de outro, caso a aparência externa se apresente imperfeita (Deltamatic, 2017).

A visão artificial, ou visão computacional, surge como uma componente essencial dos modernos sistemas de automação industrial, assumindo um papel fundamental na identificação de defeitos, no controlo dimensional e em inúmeras outras aplicações (Reis, 2016).

Os sistemas de visão ajudam os fabricantes a melhorar a qualidade e a produtividade ao automatizar muitas tarefas de avaliação e controlo produtos de uma forma rápida, precisa e com um alto grau de repetibilidade (Hoske, 2006), e podem ser aplicados em todas as fases de produção industrial, desde a receção de produtos e embalagens até ao controlo do produto final.

2.1. Objetivo

Este trabalho consistiu no estudo dos equipamentos de Visão Artificial instalados na empresa Symington, nomeadamente da sua eficácia no momento de decisão. O ponto de partida para o seu desenvolvimento foram as Linhas de Engarraamento 5 e 6 da Quinta do Marco, uma vez que são as linhas que atualmente têm equipamentos de visão artificial incorporados.

Como resultado final pretendeu-se retirar conclusões relativamente à fiabilidade dos equipamentos quando inspecionam a apresentação final do produto acabado, assim como verificar se existem diferenças significativas entre os equipamentos das duas linhas.

2.2. O equipamento de visão artificial

Os dois equipamentos de visão artificial nas duas linhas de produção são iguais e têm o mesmo método de funcionamento (Figura 1). A única característica que os diferencia e que pode levar a uma disparidade de resultados é a velocidade a que cada linha opera: a Linha 5

trabalha a uma velocidade máxima de 8 mil garrafas/hora, e a Linha 6 a 5 mil garrafas/hora. Deste modo, a Linha 5 rejeita uma quantidade maior de garrafas devido à velocidade a que trabalha pois, como é mais rápida, a velocidade de processamento é muito superior.



Figura 1 – Aspecto exterior do equipamento de visão artificial.

2.2.1. Constituição

Geralmente a tecnologia envolvida em sistemas de visão artificial consiste em três partes: o hardware, outros tipos de equipamentos de imagem e componentes de aquisição e processamento de imagens. O hardware do computador é necessário para adquirir imagens dos produtos, enquanto que o processamento de imagem é importante na extração de informações úteis das imagens para análise da qualidade e para o controlo do processo (Ma et al., 2014).

Cada um dos equipamentos de visão artificial sujeitos à validação é constituído por 20 iluminadores e 8 câmaras fotográficas monocromáticas com 1,3 MP (megapíxeis) cada (Figura 2). As câmaras estão distribuídas por diferentes zonas (4 estão localizadas na zona inferior e as restantes na zona superior), de modo a permitir a captura de 8 fotografias em simultâneo a diferentes ângulos quando a garrafa passa pelo tapete.



Figura 2 – Interior do equipamento de visão artificial.

2.2.2. Modo de funcionamento

Para iniciar o processo é necessário fazer uma aprendizagem da máquina com uma garrafa que esteja com todas as características corretas – rótulo, contra-rótulo, sub-rótulo, selo, cápsula e número de lote – fazendo passar oito vezes o padrão numa determinada posição de modo a que a máquina possa fazer o reconhecimento. Nesta primeira etapa, o operador deve selecionar no computador uma área onde se obtenha o máximo de contraste possível, caso contrário o equipamento pode não detetar a zona que foi escolhida (Figura 3).

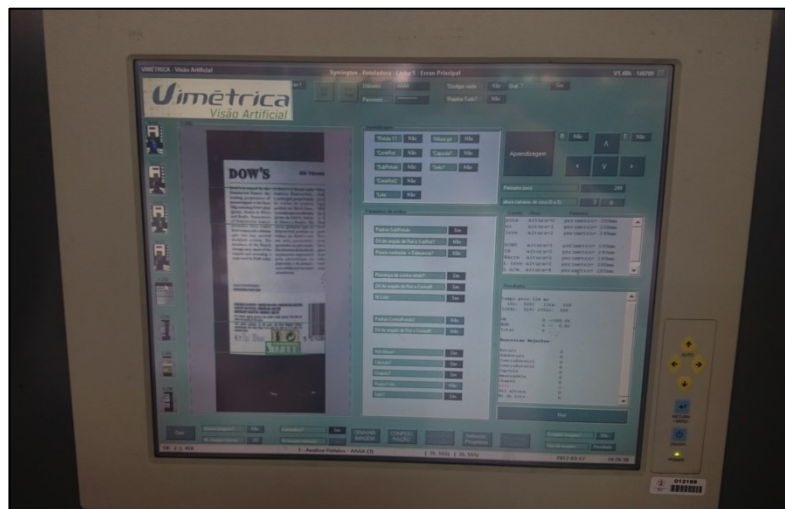


Figura 3 – Computador do equipamento de visão artificial.

O equipamento lê o rótulo como sendo o seu ponto de referência, e a partir deste a máquina sabe como deverão estar todos os outros elementos da garrafa. Posto isto, se houver inexistência do rótulo ou um defeito no mesmo, o inspetor de visão artificial pode detetar falhas em todos os restantes componentes.

2.2.3. Potencialidades do equipamento

Segundo a empresa detentora deste sistema de visão artificial, o equipamento terá capacidade para:

- ◆ Controlar a presença e integridade de cápsulas, selos, rótulos, sub-rótulos e contra-rótulos;
- ◆ Verificar a impressão do número de lote (porém, não identifica caracteres);
- ◆ Controlar descentramentos e falta de paralelismo;
- ◆ Realizar inspeções a 360°;
- ◆ Validar a correta aplicação do selo, i.e., verificar se a numeração do selo está dirigida para a frente, ou se o selo se encontra do avesso;
- ◆ Análise a garrafas com orientação aleatória.

3. Materiais e Métodos

3.1. Plano de amostragem

Para a concretização deste projeto desenvolveu-se uma série de defeitos em garrafas, de modo a testar todas as funcionalidades dos equipamentos. Criaram-se artificialmente 12 tipos de defeitos flagrantes – defeitos muito evidentes relativamente ao aspeto visual da garrafa – e 14 tipos de defeitos finos – defeitos que à partida serão mais dificilmente detetáveis por um operador –, resultando na realização de 26 testes em cada um dos equipamentos de visão artificial.

Sendo assim, foi necessária uma amostragem de 10 garrafas por ensaio de cada teste realizado, em que 5 são conformes e 5 não conformes. Tendo-se efetuado sempre 5 ensaios para cada teste, a amostragem total para cada teste é de 50 garrafas, 25 das quais são conformes e as restantes 25 não conformes (Figura 4). Entende-se por garrafas conformes todas as garrafas que se apresentem corretamente acabadas, i.e., que se encontrem perfeitamente íntegras relativamente ao seu aspeto visual. As garrafas não conformes referem-se a todas as garrafas que possuam pelo menos um defeito em algum dos seus componentes.

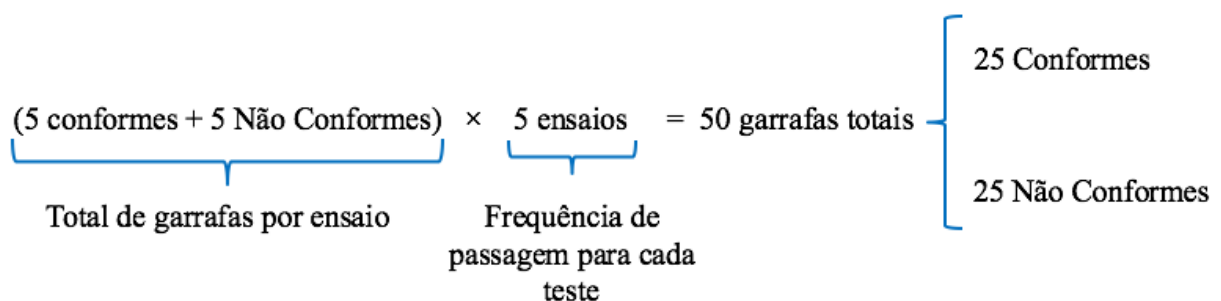


Figura 4 – Esquema representativo do plano de amostragem para cada teste.

3.2. Metodologia

De modo a concretizar o objetivo deste projeto, desenvolveu-se a seguinte metodologia:

- Produção manual de uma variedade de defeitos em garrafas previamente selecionadas (DOW'S 20 anos e *Six Grapes*) – 5 garrafas por cada defeito;
- Inventariar todos os defeitos produzidos;

- c) Na máquina de visão artificial, fazer a aprendizagem de 1 garrafa conforme por cada novo produto a ser testado;
- d) Passagem de 10 garrafas, em que 5 são conformes (C) e as outras 5 são não conformes (NC). Iniciar com uma garrafa conforme e alternar com as restantes de modo a gerar uma sequência “C – NC – C – NC – (...)”;
- e) Analisar os resultados obtidos na experiência, i.e., contabilizar o número de garrafas que foram rejeitadas ou aprovadas, e registar os defeitos detetados pelo equipamento;
- f) Efetuar 5 ensaios para cada teste;
- g) Realizar todo o processo nas Linhas 5 e 6.

O ensaio é considerado válido quando:

- ◆ A garrafa não conforme é deslocada para o tapete de rejeição, se apresentar defeito e se este for detetado ⇒ Rejeição correta
- ◆ O tapete deixa seguir a garrafa, e esta não apresenta qualquer tipo de defeito (Conforme) ⇒ Aprovação correta

3.3. Pressupostos gerais

A elaboração deste trabalho baseia-se nos seguintes pressupostos:

- Se a máquina rejeitou pelo motivo certo, independentemente de ter detetado outras falhas, considerou-se que houve uma rejeição correta;
- Em garrafas com mais do que um defeito em simultâneo: se a máquina não detetou todos os defeitos produzidos, mas apenas uma parte deles, considera-se que houve uma rejeição incorreta;
- Garrafas que foram devidamente rejeitadas pela máquina, mas o tapete deixou seguir, foram contabilizadas nas rejeições.

4. Resultados e Discussão

Tendo como ponto de partida os dados que resultaram dos testes efetuados presentes em Anexo I, onde foi registado a quantidade de garrafas que foram aprovadas ou rejeitadas e o motivo de rejeição por parte do equipamento, determinou-se a taxa global de validação dos ensaios e, quando pertinente, a taxa efetiva de validação dos ensaios. As fórmulas que permitem a obtenção destas taxas são as seguintes:

$$\text{Taxa global de rejeição correta (\%)} = \frac{\sum_{i=1}^5 (\text{n}^\circ \text{ de garrafas NC rejeitadas})}{\text{n}^\circ \text{ total de garrafas NC}} \times 100$$

$$\text{Taxa global de aprovação correta (\%)} = \frac{\sum_{i=1}^5 (\text{n}^\circ \text{ de garrafas C aprovadas})}{\text{n}^\circ \text{ total de garrafas C}} \times 100$$

$$\text{Taxa efetiva de rejeição correta (\%)} = \frac{\sum_{i=1}^5 (\text{n}^\circ \text{ de garrafas NC rejeitadas pelo defeito em questão})}{\text{n}^\circ \text{ total de garrafas NC}} \times 100$$

$$\text{Taxa efetiva de aprovação correta (\%)} = \frac{\sum_{i=1}^5 (\text{n}^\circ \text{ de garrafas C aprovadas})}{\text{n}^\circ \text{ total de garrafas C}} \times 100$$

A taxa global de validação diz respeito à decisão da máquina face à garrafa, independentemente do tipo de defeito pelo qual ela rejeita, i.e., nestes resultados considerou-se como “corretamente rejeitada” todas as garrafas que foram rejeitadas pela máquina quer pelo motivo certo, quer pelo motivo errado.

A taxa efetiva de validação relaciona-se com o tipo de defeitos detetados pelo equipamento, considerando-se correta a decisão da máquina em rejeitar garrafas se a mesma tiver rejeitado apenas pelo(s) defeito(s) em questão, ou por vários defeitos desde que um deles seja o(s) defeito(s) em questão. É de salientar que este parâmetro apenas foi utilizado para os testes cujos resultados apontam que a máquina rejeitou pelo menos uma garrafa por razões extrínsecas ao defeito provocado.

4.1. Fiabilidade do sistema com defeitos flagrantes

O primeiro teste realizado no equipamento é referente a defeitos flagrantes, i.e., defeitos muito evidentes relativamente ao aspeto visual da garrafa. Os resultados obtidos neste teste têm maior relevância, uma vez que é expectável que a máquina tenha a capacidade de detetar todos os defeitos implementados.

Na Figuras 5 e 6 estão representadas todas as taxas de validação relativamente às rejeições para cada tipo de defeito flagrante. Posteriormente, é apresentada uma análise detalhada para cada um.

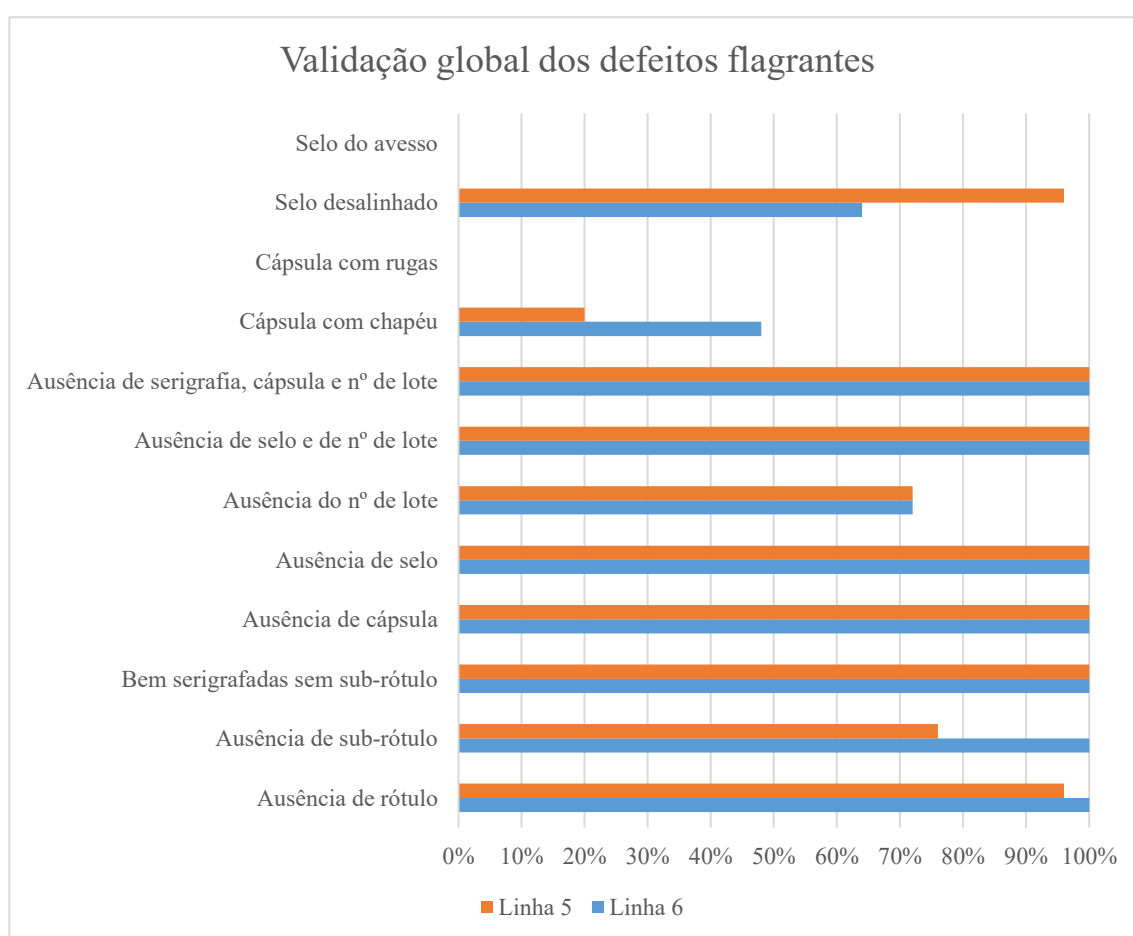


Figura 5 – Gráfico representativo das taxas globais de validação dos defeitos flagrantes relativamente às duas linhas de produção.

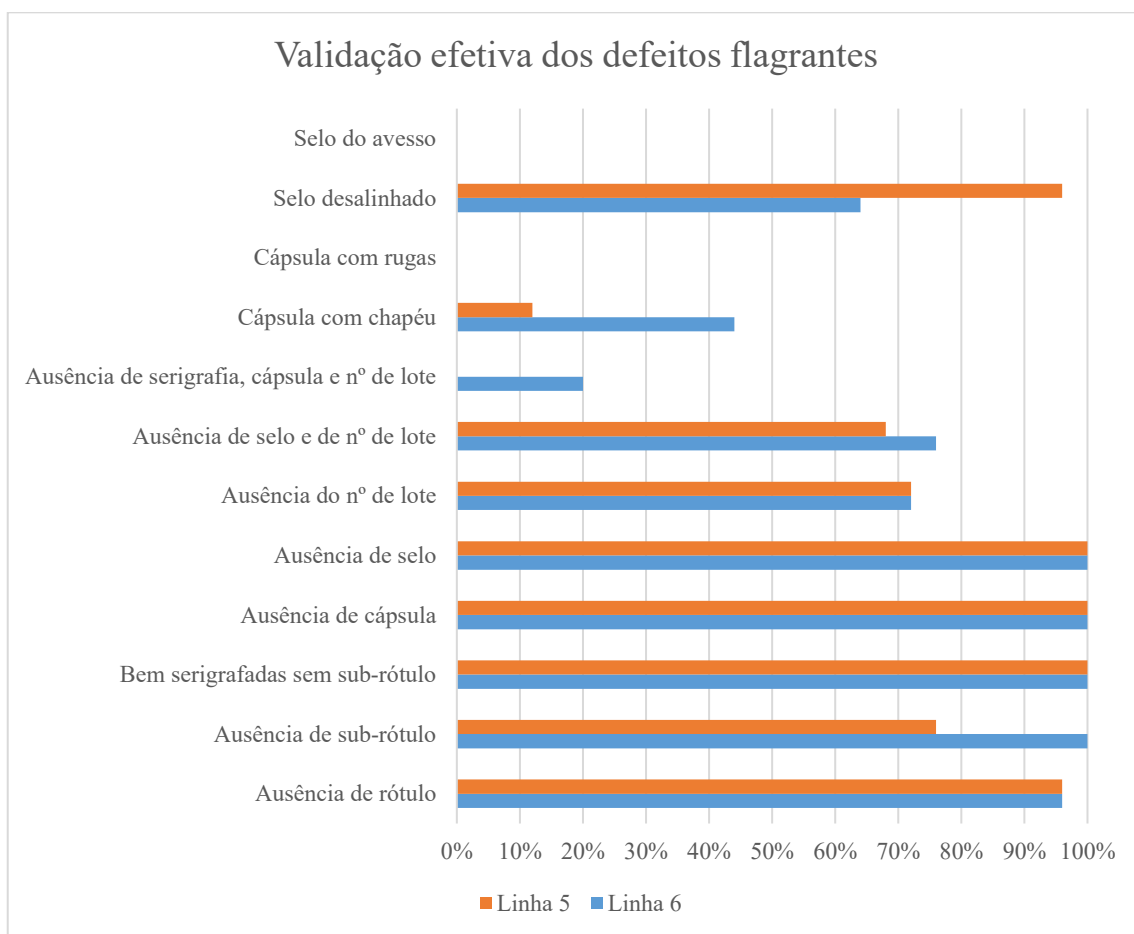


Figura 6 – Gráfico representativo das taxas efetivas de validação dos defeitos flagrantes relativamente às duas linhas de produção.

Por análise dos gráficos acima representados, pode-se verificar que o equipamento se demonstrou totalmente inoperante em detetar defeitos como a cápsula com rugas e o selo do avesso. Contudo, demonstrou estar apto na deteção de garrafas com ausência de selo, garrafas com ausência de cápsula e de garrafas bem serigrafadas sem sub-rótulo.

Relativamente a esta série de defeitos, conclui-se que o equipamento de visão artificial da Linha 6 revelou ser ligeiramente mais eficiente na deteção deste tipo de defeitos do que o da Linha 5.

4.1.1. Ausência de rótulo

O primeiro defeito produzido é relativo à ausência de rótulo, Figura 7.



Figura 7 – Garrafa sem rótulo.

A análise ao teste executado para este defeito encontra-se explícito na Tabela 1.

Tabela 1 – Taxa global de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente à ausência de rótulo.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação				
Correta	92	23	100	25
Rejeição				
Correta	96	24	100	25

Por análise dos resultados da Linha 5, pode-se constatar que a fiabilidade do sistema para as não conformidades é relativamente alta; no entanto, houve uma ligeira percentagem de rejeição para as garrafas conformes – 8%. É de realçar que no ensaio nº 3 houve uma garrafa que foi devidamente rejeitada pela máquina, mas o tapete deixou seguir a mesma. Relativamente ao inspetor visual da Linha 6 obteve-se uma validação perfeita.

Também se verificou que os defeitos reportados pelo inspetor visual foram para além do defeito existente nas garrafas, ou seja, o equipamento não detetou apenas não

conformidades a nível do rótulo. Isto deve-se ao fato do rótulo ser a referência da máquina, o que significa que se houver ausência de rótulo, o equipamento irá identificar anomalias em todos os outros componentes. Assim, foi fundamental determinar a taxa efetiva de validação dos ensaios para este teste, que se encontra representada na Tabela 2.

Tabela 2 – Taxa efetiva de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente à ausência de rótulo.

	LINHA 5		LINHA 6	
	<i>Validação Efetiva dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Efetiva dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação Correta	92	23	100	25
Rejeição Correta	96	24	96	24

Pode-se concluir que apenas uma das garrafas que foram rejeitadas pelo inspetor visual da Linha 6 não foi excluída devido ao rótulo. Todas as outras foram rejeitadas por vários motivos, inclusive pelo rótulo.

4.1.2. Ausência de sub-rótulo

A segunda não conformidade refere-se à ausência de sub-rótulo, Figura 8.



Figura 8 – Garrafa sem sub-rótulo.

A análise ao teste executado para este defeito encontra-se explícito na Tabela 3.

Tabela 3 – Taxa global de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente à ausência de sub-rótulo.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação Correta	100	25	100	25
Rejeição Correta	76	19	100	25

Estes resultados demonstram que, na Linha 5, todas as amostras conformes foram validadas corretamente pelo equipamento e que para as amostras não conformes, a fiabilidade de rejeição para as mesmas é de apenas 76%. Pode-se também constatar que todas as garrafas não conformes foram rejeitadas apenas pela ausência de sub-rótulo e, portanto, a taxa global de validação corresponde à taxa efetiva de validação dos ensaios. Ademais, é de salientar que em dois dos ensaios efetuados, nomeadamente os ensaios 3 e 4, verificou-se uma taxa de fiabilidade muito reduzida.

Na Linha 6, todas as garrafas foram validadas corretamente.

4.1.3. Garrafas bem serigrafadas sem sub-rótulo

O seguinte teste realizado neste capítulo diz respeito a garrafas bem serigrafadas e sem sub-rótulo (Figura 9).



Figura 9 – Garrafa bem serigrafada e sem sub-rótulo.

A análise dos resultados obtidos neste teste encontra-se na Tabela 4.

Tabela 4 – Taxa global de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas bem serigrafadas e sem sub-rótulo.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação				
Correta	96	24	92	23
Rejeição				
Correta	100	25	100	25

Embora o equipamento tenha rejeitado corretamente todas as garrafas com defeito, apresentando uma fiabilidade total, houve um ensaio em cada uma das linhas em que foram rejeitadas garrafas conformes. Isto deve-se ao fato de o computador ter identificado outros defeitos além da ausência de sub-rótulo, nomeadamente irregularidades no selo, no contra-rótulo, no número de lote e ainda na referência de altura.

Posto isto, pode-se concluir que a taxa global corresponde à taxa efetiva de validação.

4.1.4. Ausência de cápsula

A experiência que se segue consiste em testar a fiabilidade do sistema com garrafas que não apresentam cápsulas (Figura 10).



Figura 10 – Garrafa sem cápsula.

O resumo do estudo efetuado para esta não conformidade está representado na Tabela 5.

Tabela 5 – Taxa global de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas sem cápsulas.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação				
Correta	92	23	100	25
Rejeição				
Correta	100	25	100	25

Relativamente a este defeito, o equipamento da Linha 5 demonstrou fiabilidade para rejeitar as não conformidades. Apesar de a máquina ter identificado defeitos a nível do selo, esta identificou a ausência de cápsula em todas as amostras de garrafas não conformes.

Na Linha 6 todos os ensaios foram corretamente validados.

4.1.5. Ausência de selo

Esta não conformidade refere-se a garrafas sem selo, e pode ser visualizado na Figura 11.



Figura 11 – Garrafa sem selo.

A Tabela 6 demonstra a análise geral dos resultados obtidos neste teste.

Tabela 6 – Taxa global de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas sem selos.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação				
Correta	88	22	100	25
Rejeição				
Correta	100	25	100	25

Nesta situação verifica-se que, apesar dos inspetores visuais das Linhas 5 e 6 terem detetado perfeitamente a ausência de selo em todas as amostras, o equipamento da Linha 5 revelou uma percentagem de rejeição para as garrafas conformes muito alta. Isto pode ser explicado pelo fato das amostras terem sido preparadas com selos em branco, uma vez que o apenas reconhece o contraste existente entre o preto e o branco, e não a presença do papel em si. Todavia, como todas as garrafas rejeitadas foram rejeitadas pelo defeito produzido,

considera-se este teste à máquina validado. Assim, a taxa global de validação é equivalente à taxa efetiva de validação dos ensaios.

4.1.6. Ausência do número de lote

Este teste é relativo a garrafas cujo contra-rótulo não tem a marcação do número de lote (Figura 12).



Figura 12 – Garrafa sem número de lote.

A taxa global de validação dos ensaios está descriminada na Tabela 7.

Tabela 7 – Taxa global de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas sem número de lote.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação				
Correta	96	24	100	25
Rejeição				
Correta	72	18	72	18

Nesta experiência verifica-se, para ambas as linhas de produção, a incapacidade por parte dos equipamentos de visão artificial em detetar este tipo de defeito. Os resultados obtidos para as não conformidades são preocupantes, cuja taxa de validação dos ensaios foi bastante reduzida. Este acontecimento deve-se a dois fatores: primeiramente, ao fato do sistema não ser sensível a caracteres e, em segundo lugar, a marcação do número de lote ter sido feita manualmente, o que torna a máquina mais suscetível a erros, uma vez que esta não foi programada nem parametrizada para este tipo de marcação. Contudo, todas as garrafas que foram rejeitadas foram rejeitadas pelo defeito produzido nas mesmas, pelo que esta taxa de validação calculada corresponde à taxa real.

Adicionalmente, no ensaio nº 4 realizado na Linha 5 houve uma garrafa que foi devidamente rejeitada pela máquina, mas o tapete deixou seguir a mesma. Como tal, esta garrafa foi contabilizada nas rejeições.

4.1.7. Ausência de selo e de número de lote

Este teste consiste em validar o sistema com mais do que uma decisão, caracterizado especificamente pela ausência de selo e de número de lote (Figura 13).

O objetivo será então avaliar se o equipamento de visão artificial tem a capacidade de rejeitar as garrafas por todos os defeitos existentes.

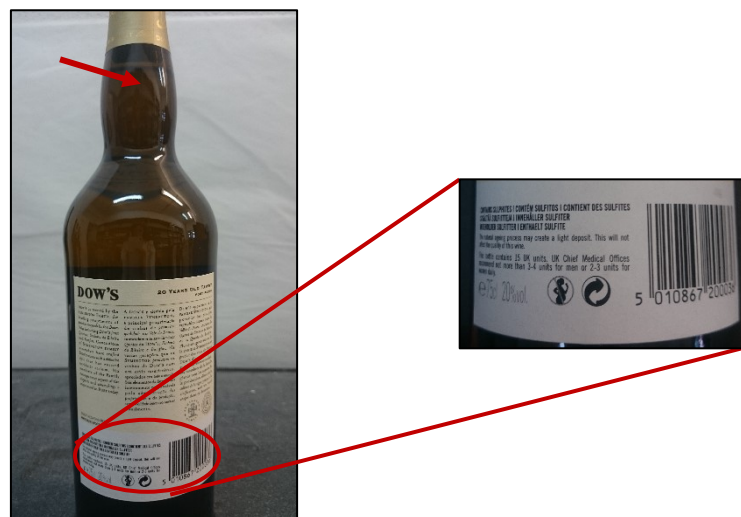


Figura 13 – Garrafa sem selo e sem número de lote.

A análise dos resultados obtidos para este teste encontra-se na Tabela 8.

Tabela 8 – Taxa global de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas sem selo e sem número de lote.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação				
Correta	100	25	100	25
Rejeição				
Correta	100	25	100	25

Neste teste, todos os ensaios realizados nas duas linhas foram validados corretamente, tanto a nível de conformidades como de não conformidades. Contudo, é de salientar que, embora o sistema tenha aprovado e rejeitado as amostras acertadamente, nem sempre identificou todos os defeitos existentes. Mais especificamente, o equipamento localizou irregularidades devido aos selos, motivo pelo qual rejeitou todas as amostras em todos os ensaios, mas não denunciou sempre todos os números de lote que estavam em falta. Por conseguinte, os valores reais de validação das garrafas que foram corretamente rejeitadas não correspondem aos apresentados na Tabela 8.

Neste sentido, foi necessário determinar a taxa efetiva de validação dos ensaios, cujos resultados estão presentes na Tabela 9.

Tabela 9 – Taxa efetiva de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas sem selo e sem número de lote.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Efetiva dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Efetiva dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação				
Correta	100	25	100	25
Rejeição				
Correta	68	17	76	19

Após análise destes resultados, retiram-se as seguintes ilações: na Linha 5, embora o equipamento tenha detetado sempre a ausência de selos nas garrafas, nem sempre detetou a ausência dos números de lote; na Linha 6, houve apenas dois ensaios completos em que todas as garrafas foram rejeitadas devido à falta de selo e de número de lote.

4.1.8. Ausência de serigrafia, de cápsula e de número de lote

O teste que aqui se apresenta também é caracterizado pela avaliação do comportamento da máquina de inspeção visual face a defeitos múltiplos por garrafa, neste caso com garrafas sem serigrafia, sem cápsula e sem número de lote (Figura 14, A e B).

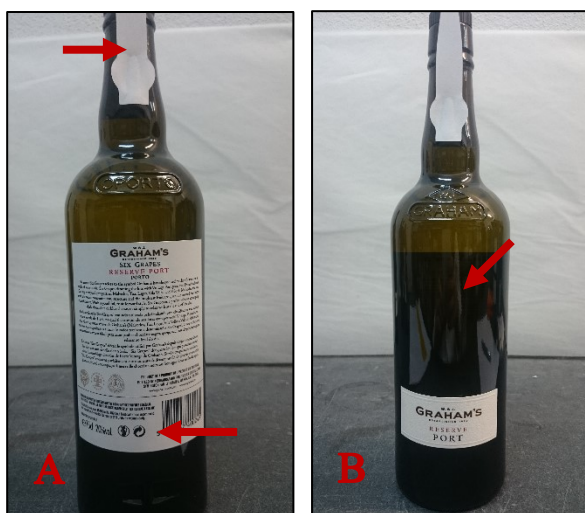


Figura 14, A e B – Garrafa com ausência de serigrafia, de cápsula e de número de lote.

A Tabela 10 demonstra a análise geral dos resultados obtidos neste teste.

Tabela 10 – Taxa global de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas sem serigrafia, sem cápsula e sem número de lote.

	LINHA 5		LINHA 6	
	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação				
Correta	88	22	84	21
Rejeição				
Correta	100	25	100	25

Por sua vez, esta experiência demonstrou que, embora se tenha obtido uma validação perfeita nas não conformidades, a taxa de validação para as garrafas conformes foi muito reduzida.

Adicionalmente, o sistema encontrou uma série de defeitos para além dos que foram implantados e, em determinados ensaios, este não detetou os três tipos de defeito produzidos na mesma garrafa. Por este motivo, torna-se imprescindível a apuração da taxa real de validação dos ensaios realizados neste teste, em que se averigua em quantas garrafas é que o inspetor visual conseguiu detetar a ausência de serigrafia, de cápsula e de número de lote. Estes resultados são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 – Taxa efetiva de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas sem serigrafia, cápsula e número de lote.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Efetiva dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Efetiva dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação				
Correta	88	22	84	21
Rejeição				
Correta	0	0	20	5

Estes resultados indicam que o inspetor visual rejeitou apenas 5 garrafas na Linha 6 pelos três defeitos em questão. Em todos os ensaios efetuados nas duas linhas, o equipamento identificou sempre defeito na serigrafia e na cápsula, ou seja, a grande adversidade neste processo foi a deteção do número de lote. É ainda de realçar que para calcular esta taxa de validação, se considerou que a serigrafia da garrafa é o que o equipamento identifica como rótulo.

Em suma, pode-se inferir que o equipamento não tem competência para verificar a impressão do número de lote.

4.1.9. Cápsula com chapéu

Este defeito é referente a garrafas com cápsula com chapéu, que pode ser descrito por uma amassadela na zona superior da cápsula (Figura 15).



Figura 15 – Garrafa com chapéu na cápsula.

Os resultados obtidos na análise deste defeito estão presentes na Tabela 12.

Tabela 12 – Taxa global de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas com chapéu na cápsula.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação Correta	100	25	100	25
Rejeição Correta	20	5	48	12

Nesta situação, observando as taxas de validação globais das garrafas corretamente rejeitadas, as máquinas demonstraram uma eficiência muito reduzida. Além disso, as garrafas nem sempre foram rejeitadas devido ao chapéu na cápsula e, portanto, determinou-se a taxa efetiva de validação.

Tabela 13 – Taxa efetiva de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas com chapéu na cápsula.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Efetiva dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Efetiva dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação Correta	100	25	100	25
Rejeição Correta	12	3	44	11

A comparação das duas tabelas permite constatar que a diferença entre a taxa real e a taxa efetiva de validação dos ensaios é muito reduzida: apenas 2 garrafas rejeitadas na Linha 5 e 1 garrafa na Linha 6 foram excluídas pelos equipamentos por motivos diferentes dos defeitos produzidos.

Estes resultados poderão ser explicados pelo fato de os chapéus produzidos nas cápsulas não serem exatamente iguais em todas as garrafas, i.e., alguns chapéus eram mais acentuados do que outros e, desta forma, a máquina poderá considerar o defeito impercetível se este for muito pequeno.

4.1.10. Cápsula com rugas

O teste seguinte é semelhante ao anterior, sendo caracterizado pela presença de rugas na cápsula (Figura 16). Os resultados para este defeito encontram-se na Tabela 14.



Figura 16 – Garrafa com rugas na cápsula.

Tabela 14 – Taxa global de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas com rugas na cápsula.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação				
Correta	100	25	96	24
Rejeição				
Correta	0	0	0	0

Por análise da tabela verifica-se que o equipamento de visão artificial nas duas linhas não se encontra apto para intersetar este tipo de disformidade.

4.1.11. Selo desalinhado

Quanto à não conformidade que se segue (Figura 17), esta define-se pelo desalinhamento no selo, ou seja, o selo não está centrado com o ponto de referência da máquina (rótulo). Pode-se observar os resultados na Tabela 15.



Figura 17 – Garrafa com o selo desalinhado.

Tabela 15 – Taxa global de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas com o selo desalinhado.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação Correta	100	25	96	24
Rejeição Correta	96	24	64	16

Neste teste verifica-se que o equipamento da linha 5 demonstrou uma maior fiabilidade na deteção deste defeito, comparativamente com o da linha 6. Ademais, todas as garrafas que foram rejeitadas, a máquina acusou defeito no selo e assim sendo, todas estas amostras foram corretamente rejeitadas.

4.1.12. Selo do avesso

O fundamento desta experiência reside em avaliar a fiabilidade do sistema com garrafas cujo selo se encontra do avesso. A Figura 18 A demonstra o que foi utilizado em todas as experiências como selo padrão (branco), e a Figura 18 B representa o selo virado do avesso (selo com a impressão voltada para fora).



Figura 18 – Garrafa com selo padrão (A) e com selo do avesso (B).

A análise aos resultados obtidos encontra-se na Tabela 16.

Tabela 16 – Taxa global de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas com o selo virado do avesso.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação Correta	100	25	88	22
Rejeição Correta	0	0	0	0

Através desta tabela averigua-se que a taxa de validação dos ensaios relativamente às não conformidades é nula. Adicionalmente, na linha 6 foram indevidamente rejeitadas garrafas conformes por motivos extrínsecos ao selo.

4.2. Fiabilidade do sistema com defeitos finos

O último capítulo visa a validação do equipamento com uma série de defeitos finos, i.e., defeitos que teoricamente serão mais dificilmente detetáveis por um operador. Assim, será possível perceber o quão sensível é o equipamento de visão artificial.

Inicialmente, apresentam-se as taxas de validação relativamente às rejeições de todos os defeitos finos produzidos (Figuras 19 e 20).

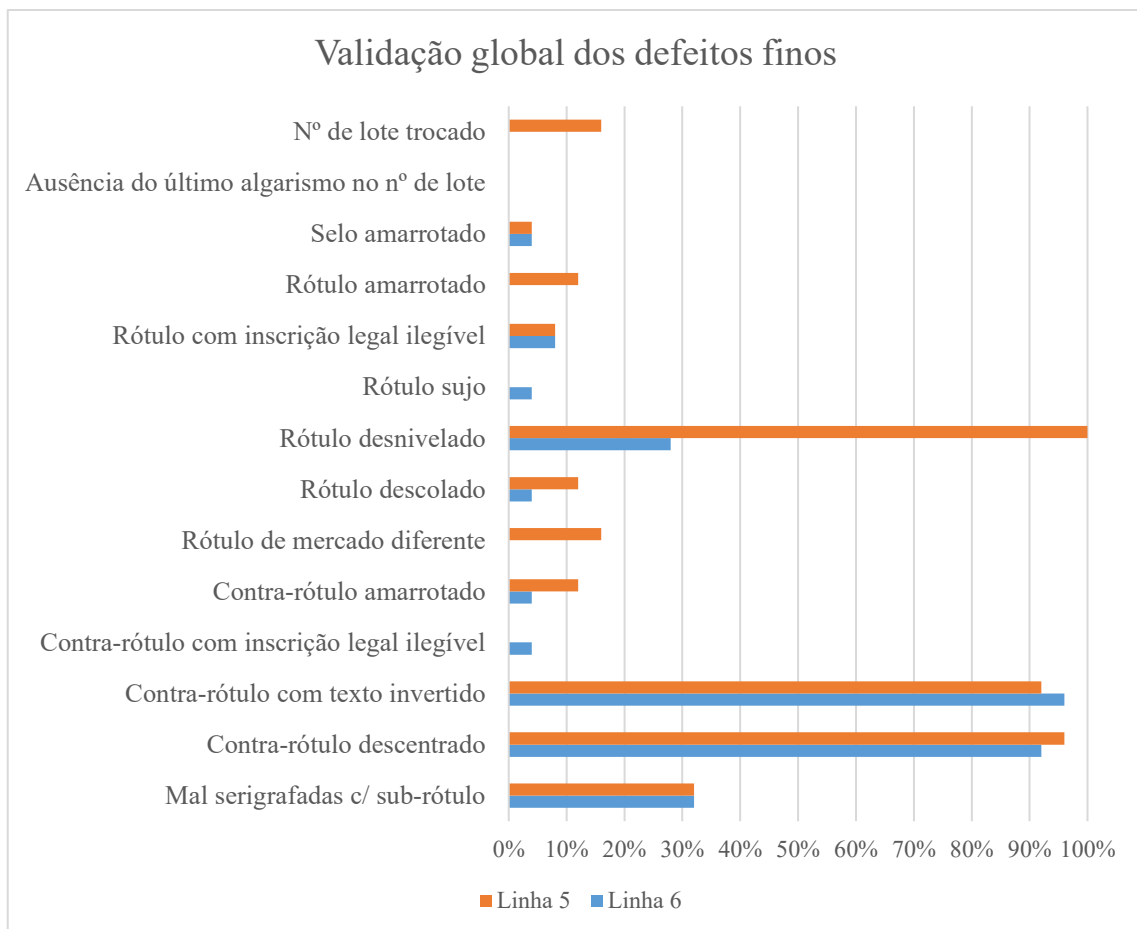


Figura 19 – Gráfico representativo das taxas globais de validação dos defeitos finos relativamente às duas linhas de produção.

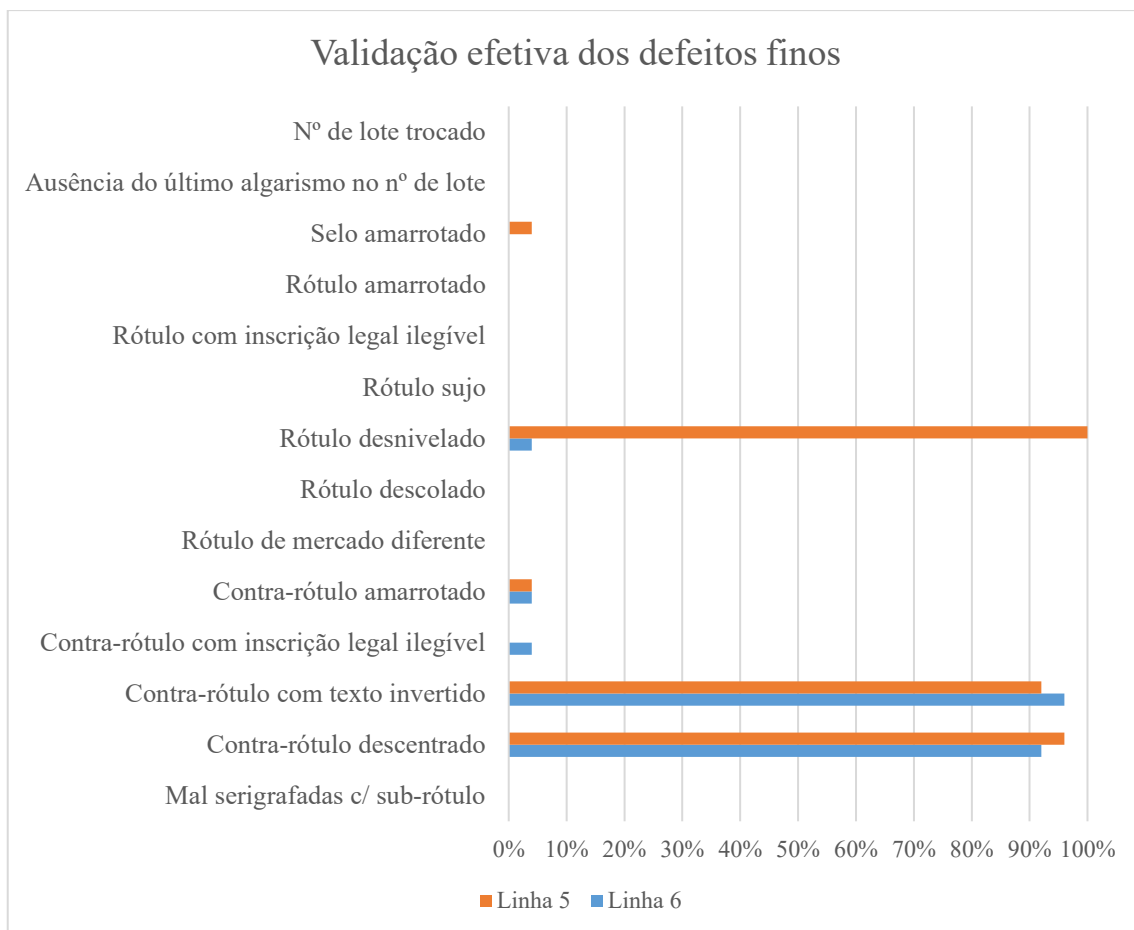


Figura 20 – Gráfico representativo das taxas efetivas de validação dos defeitos finos relativamente às duas linhas de produção.

Tendo particularmente em conta o gráfico da Figura 19, observa-se que determinados defeitos finos são totalmente impercetíveis para as máquinas das duas linhas, tais como: garrafas mal serigrafadas com sub-rótulo, rótulo de mercado diferente, rótulo descolado, rótulo sujo, rótulo com inscrição legal ilegível, rótulo amarrotado, ausência do último algarismo no número de lote e número de lote trocado. Os únicos testes que revelaram resultados positivos foram os que utilizaram garrafas com contra-rótulo descentrado, contra-rótulo com texto invertido e rótulo desnivelado (este último apenas para a Linha 5).

Em suma, esta experiência demonstrou que, para este tipo de defeitos, o equipamento da Linha 5 opera de uma forma mais eficiente do que o da Linha 6.

4.2.1. Garrafas mal serigrafadas com sub-rótulo

Na Figura 21 é visível o primeiro defeito produzido, que consiste em irregularidades na deposição da tinta numa região do rótulo. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 17.



Figura 21 – Garrafa mal serigrafada com sub-rótulo.

Tabela 17 – Taxa global de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas mal serigrafadas com sub-rótulo.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação				
Correta	88	22	96	24
Rejeição				
Correta	32	8	32	8

Nesta situação o inspetor visual não revelou de toda fiabilidade em ambas as linhas, uma vez que este não foi capaz de aprovar todas as garrafas conformes, indicando assim uma eficiência muito baixa no que diz respeito à análise de garrafas com serigrafia.

Quanto às não conformidades, o equipamento revelou uma eficiência de deteção de apenas 32% nas duas linhas. Além disso, verifica-se que o equipamento não rejeitou as garrafas não conformes pelo defeito em questão, mas sim por outros aspetos, tais como o selo,

o contra-rótulo e o número de lote. Como tal, determinou-se a taxa real de validação dos ensaios, explícita na Tabela 18.

Tabela 18 – Taxa efetiva de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas mal serigrafadas com sub-rótulo.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Efetiva dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Efetiva dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação				
Correta	88	22	96	24
Rejeição				
Correta	0	0	0	0

Como foi referido anteriormente, nenhuma garrafa foi rejeitada devido à serigrafia. Apesar de se ter admitido que a máquina identifica a serigrafia como rótulo, neste exemplo prático concluiu-se que o inspetor visual se encontra inapto para analisar garrafas serigrafadas.

4.2.2. Contra-rótulo descentrado face ao rótulo e ao sub-rótulo

Nesta experiência decidiu-se colocar o contra-rótulo mais para a direita, relativamente ao rótulo e ao sub-rótulo, de modo a que este ficasse descentralizado (Figura 22).

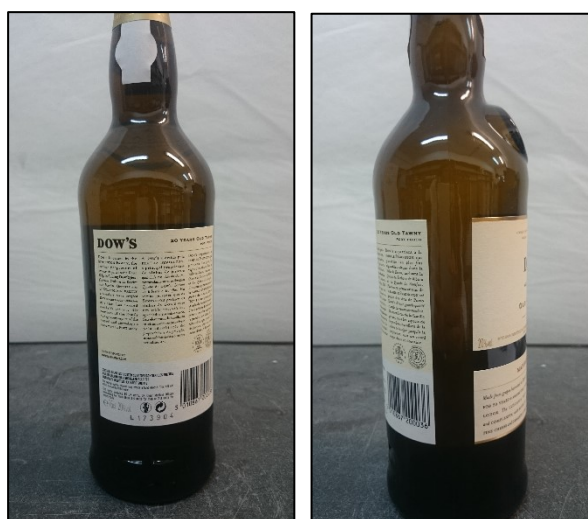


Figura 22 – Garrafa com o contra-rótulo descentrado face ao rótulo e ao sub-rótulo.

A taxa global de validação dos ensaios relativamente a este defeito está discriminada na Tabela 19.

Tabela 19 – Taxa global de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas com o contra-rótulo descentrado face ao rótulo e ao sub-rótulo.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação				
Correta	100	25	100	25
Rejeição				
Correta	96	24	92	23

Neste teste, a validação dos ensaios em relação às garrafas conformes foi total, enquanto que para as não conformes houve uma garrafa na Linha 5 e duas na Linha 6 que não foram devidamente rejeitadas. No entanto, todas as garrafas excluídas foram rejeitadas devido ao defeito em análise.

É de realçar que no ensaio nº2 da Linha 6, o computador detetou defeitos em 4 contra-rótulos mas apenas foram rejeitadas 3 garrafas não conformes. De acordo com o técnico responsável pelo equipamento de visão artificial, este acontecimento dever-se-á exclusivamente a problemas de origem mecânica.

4.2.3. Contra-rótulo com texto invertido

O teste seguinte foi realizado com o contra-rótulo ao contrário, ou seja, com o texto invertido (Figura 23).

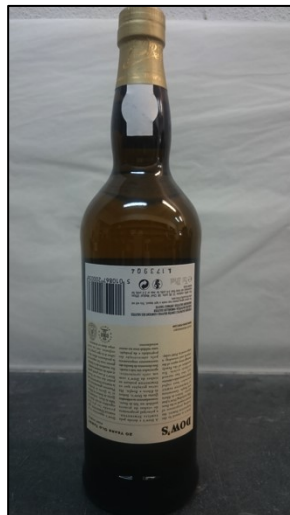


Figura 23 – Garrafa com o contra-rótulo com o texto invertido.

A análise aos resultados obtidos neste teste encontra-se na Tabela 20.

Tabela 20 – Taxa global de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas com o contra-rótulo com o texto invertido.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação				
Correta	96	24	100	25
Rejeição				
Correta	92	23	96	24

Nesta experiência, todas as garrafas rejeitadas foram rejeitadas pelo defeito produzido, e deste modo, a taxa global corresponde à taxa efetiva de validação dos ensaios. Ademais, verificou-se que o inspetor visual detetou como defeitos outros componentes além do contra-rótulo, tais como o selo e o número de lote. No entanto, a rejeição devido ao número de lote faz todo o sentido, uma vez que se o contra-rótulo está invertido, o número de lote não se encontra na sua posição normal e, portanto, a máquina deveria detetar sempre a sua ausência.

De salientar que, na Linha 5 (ensaios 1 e 4) e na Linha 6 (ensaio 5), ocorreram novamente falhas mecânicas, uma vez que o equipamento acusou mais defeitos a nível do contra-rótulo do que deveria, considerando a quantidade de garrafas que foram rejeitadas.

4.2.4. Contra-rótulo com inscrição legal ilegível

O defeito seguinte é caracterizado por ter no contra-rótulo a inscrição legal ilegível, mais especificamente a capacidade útil da garrafa (Figura 24). É de salientar que esta anormalidade é um problema crítico, uma vez que a presença de inscrições como o teor alcoólico e a capacidade são de carácter obrigatório por lei. Os resultados encontram-se na Tabela 21.

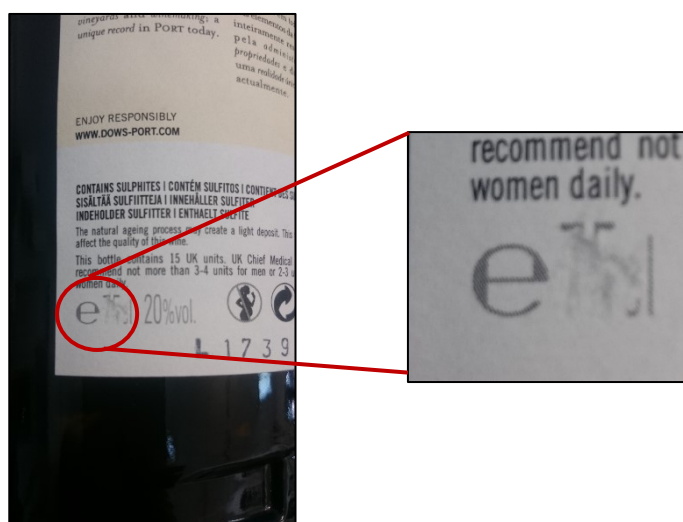


Figura 24 – Garrafa com o contra-rótulo com inscrição legal ilegível.

Tabela 21 – Taxa global de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas com o contra-rótulo com inscrição legal ilegível.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação				
Correta	88	22	100	25
Rejeição				
Correta	0	0	4	1

Esta experiência demonstra que o equipamento não revelou nenhuma fiabilidade para inspecionar este defeito fino. Primeiramente, a taxa de validação para as não conformidades foi praticamente nula nos ensaios das duas linhas, o que é preocupante atendendo à importância do defeito em questão. Não obstante, em 3 dos ensaios realizados na linha 5 houve rejeição de garrafas corretamente acabadas, em que a máquina detetou defeitos em relação ao selo, e num ensaio da linha 6 houve apenas uma garrafa que foi corretamente rejeitada devido ao contra-rótulo.

4.2.5. Contra-rótulo amarrotado

Este teste tem a ver com o contra-rótulo estar amarrotado (Figura 25). Este defeito é leve, contudo, dependendo da posição em que a garrafa passa pelo tapete, poderá passar despercebido pelo operador. Logo, se o inspetor de visão artificial detetar previamente será uma grande vantagem. Estes resultados estão presentes na Tabela 22.



Figura 25 – Garrafa com o contra-rótulo amarrotado.

Tabela 22 – Taxa global de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas com o contra-rótulo amarrado.

	LINHA 5		LINHA 6	
	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação Correta	100	25	100	25
Rejeição Correta	12	3	4	1

Mais uma vez, a máquina não foi eficiente na validação das não conformidades, uma vez que no total apenas rejeitou três garrafas na Linha 5 (duas delas rejeitadas devido ao selo) e uma na Linha 6 (devido ao contra-rótulo). Por conseguinte, apresenta-se na Tabela 23 a taxa efetiva de validação dos ensaios realizados neste teste.

Tabela 23 – Taxa efetiva de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas com o contra-rótulo amarrado.

	LINHA 5		LINHA 6	
	<i>Validação Efetiva dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Efetiva dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação Correta	100	25	100	25
Rejeição Correta	4	1	4	1

4.2.6. Rótulo de mercado diferente

O defeito seguinte caracteriza-se pelo rótulo de mercado diferente (Figura 26), e os resultados encontram-se na Tabela 24.



Figura 26 – Garrafa com o rótulo de mercado diferente.

Tabela 24 – Taxa global de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas com o rótulo de mercado diferente.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação				
Correta	96	24	100	25
Rejeição				
Correta	16	4	0	0

Neste teste pode-se constatar mais uma vez, que a fiabilidade do equipamento na deteção das não conformidades, foi nula. Apesar de 4 garrafas com defeito terem sido rejeitadas (na totalidade dos ensaios) no teste realizado na linha 5, estas foram excluídas devido ao selo. Por este motivo, apresenta-se na Tabela 25 a taxa real de validação dos ensaios.

Tabela 25 – Taxa efetiva de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas com o rótulo de mercado diferente.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Efetiva dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Efetiva dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação				
Correta	96	24	100	25
Rejeição				
Correta	0	0	0	0

Em suma, nenhuma garrafa foi rejeitada devido ao rótulo.

4.2.7. Rótulo descolado

Esta anomalia caracteriza-se pelo canto superior direito do rótulo descolado da garrafa (Figura 27).



Figura 27 – Garrafa com o rótulo descolado.

A Tabela 26 demonstra a análise geral dos resultados obtidos.

Tabela 26 – Taxa global de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas com o rótulo descolado.

	LINHA 5		LINHA 6	
	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação Correta	96	24	100	25
Rejeição Correta	12	3	4	1

As conclusões para este teste são as mesmas que foram retiradas para o defeito anterior, ou seja, os equipamentos de visão artificial não revelaram fiabilidade na deteção desta não conformidade. As três garrafas rejeitadas na Linha 5 foram excluídas devido a selos, e a única garrafa rejeitada na Linha 6 foi devido ao contra-rótulo. Posto isto, apresenta-se na Tabela 27 a taxa real de validação obtida nestes ensaios.

Tabela 27 – Taxa efetiva de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas com o rótulo descolado.

	LINHA 5		LINHA 6	
	<i>Validação Efetiva dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Efetiva dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação Correta	96	24	100	25
Rejeição Correta	0	0	0	0

Assim, conclui-se que o inspetor de visão artificial das duas linhas de produção não tem capacidade de detetar garrafas cujos rótulos se encontrem descolados.

4.2.8. Rótulo desnivelado

Quanto ao defeito que aqui se apresenta, este é caracterizado pelo desnivelamento do rótulo, ou seja, um espaçamento entre o rótulo e o sub-rótulo superior ao normal (Figura 28). Os resultados correspondentes encontram-se na Tabela 28.



Figura 28 – Garrafa com o rótulo desnivelado.

Tabela 28 – Taxa global de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas com o rótulo desnivelado.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação				
Correta	100	25	100	25
Rejeição				
Correta	100	25	28	7

Para a experiência realizada na Linha 5 os resultados foram positivos, tendo-se obtido uma validação máxima relativamente às garrafas conformes e às garrafas não conformes. Para além disso, os defeitos que foram visualizados no ecrã do equipamento no fim dos ensaios correspondem ao tipo de defeito produzido, resultando numa fiabilidade máxima por parte deste inspetor visual.

Por sua vez, o equipamento da Linha 6 não demonstrou capacidade em detetar este defeito, tendo sido inclusive rejeitadas garrafas por outros motivos que não o rótulo. Este resultado obtido nesta linha é bastante alarmante, uma vez que sendo o desnivelamento superior a 1cm seria expectável que o equipamento rejeitasse todas as garrafas com este defeito.

Sendo assim, apresenta-se na Tabela 29 a taxa real de validação dos ensaios relativa a este tipo de defeito.

Tabela 29 – Taxa efetiva de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas com o rótulo desnivelado.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Efetiva dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Efetiva dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação				
Correta	100	25	100	25
Rejeição				
Correta	100	25	4	1

Conclui-se que, para este teste, apenas o equipamento de visão artificial da Linha 6 não demonstrou capacidade para detetar esta não conformidade.

4.2.9. Rótulo sujo

De seguida efetuou-se um teste em que os rótulos apresentavam uma ligeira sujidade no canto superior direito (Figura 29). A análise dos resultados encontra-se na Tabela 30.



Figura 29 – Garrafa com o rótulo sujo.

Tabela 30 – Taxa global de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas com o rótulo sujo.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação				
Correta	96	24	100	25
Rejeição				
Correta	0	0	4	1

Na Linha 6 houve uma única garrafa rejeitada, mas que foi excluída devido ao selo. Assim, a Tabela 31 mostra a taxa real de validação obtida para este defeito fino.

Tabela 31 – Taxa efetiva de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas com o rótulo sujo.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Efetiva dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Efetiva dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação Correta	96	24	100	25
Rejeição Correta	0	0	0	0

Conclui-se que este defeito não é detetável pelo equipamento de visão artificial, sendo a sua taxa de validação dos ensaios realizados nula.

4.2.10. Rótulo com inscrição legal ilegível

Este defeito diz respeito a rótulos com a inscrição legal ilegível, particularmente o teor alcoólico (Figura 30). Esta disformidade assemelha-se à referida em 4.2.4. e, tal como foi referido neste teste, trata-se de um defeito crítico em termos legais. A análise aos resultados está presente na Tabela 32.

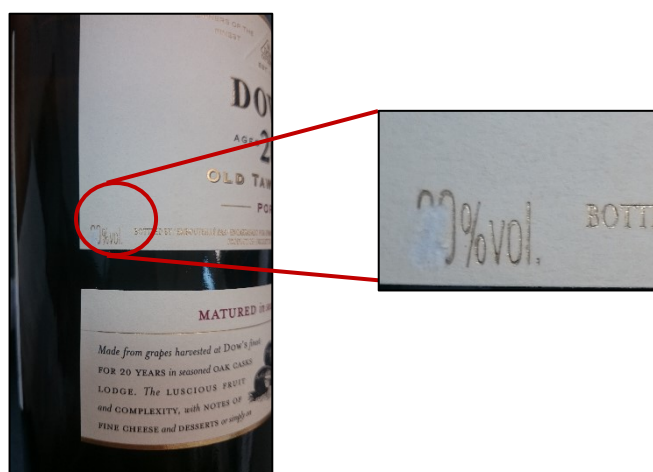


Figura 30 – Garrafa com o rótulo com inscrição legal ilegível.

Tabela 32 – Taxa global de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas com o rótulo com inscrição legal ilegível.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação Correta	92	23	100	25
Rejeição Correta	8	2	8	2

Este teste demonstrou, mais uma vez, que o equipamento não está preparado para detetar este tipo de anomalia, visto que a taxa de validação para as não conformidades foi aproximadamente nula. As poucas garrafas não conformes excluídas pelo equipamento foram rejeitadas unicamente devido ao selo e, portanto, é apresentado na Tabela 33 a taxa real de validação dos ensaios.

Tabela 33 – Taxa efetiva de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas com o rótulo com inscrição legal ilegível.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Efetiva dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Efetiva dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação Correta	92	23	100	25
Rejeição Correta	0	0	0	0

Posto isto, infere-se que ambos os equipamentos instalados nas linhas de produção não possuem aptidão para detetar este tipo de defeito fino.

4.2.11. Rótulo amarrotado

O defeito seguinte caracteriza-se pelo rótulo amarrotado no lado esquerdo (Figura 31). A respeito dos seus resultados, estes estão resumidos na Tabela 34.



Figura 31 – Garrafa com o rótulo amarrotado.

Tabela 34 – Taxa global de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas com o rótulo amarrotado.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação				
Correta	100	25	100	25
Rejeição				
Correta	12	3	0	0

Os 12% de validação que se obteve no teste realizado na Linha 5 são referentes a irregularidades encontradas no selo e, por este motivo, demonstra-se na Tabela 35 a taxa efetiva de validação dos ensaios.

Tabela 35 – Taxa efetiva de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas com o rótulo amarrotado.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Efetiva dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Efetiva dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação Correta	100	25	100	25
Rejeição Correta	0	0	0	0

Verifica-se novamente, a inaptidão do equipamento na deteção de defeitos finos.

4.2.12. Selo amarrotado

Este defeito pela presença de umas ligeiras rugas no selo (Figura 32).



Figura 32 – Garrafa com o selo amarrotado.

A análise aos resultados registados durante esta experiência encontra-se na Tabela 36.

Tabela 36 – Taxa global de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas com o selo amarrotado.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação Correta	96	24	96	24
Rejeição Correta	4	1	4	1

Este teste demonstrou, mais uma vez, que o equipamento não está preparado para detetar este tipo de anomalia, visto que a taxa de validação para as não conformidades foi aproximadamente nula.

Adicionalmente, pode-se constatar através da Tabela 37, que a garrafa rejeitada na Linha 6 foi indevidamente excluída, uma vez que o equipamento detetou uma falha no contra-rótulo em vez de detetar no selo.

Tabela 37 – Taxa efetiva de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas com o selo amarrotado.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Efetiva dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Efetiva dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação Correta	96	24	96	24
Rejeição Correta	4	1	0	0

4.2.13. Ausência do último algarismo no número de lote

O penúltimo teste efetuado diz respeito ao número de lote, sendo caracterizado pela ausência do último algarismo. Na Figura 33 A é visível o defeito produzido, e na Figura 33 B o número de lote completo.



Figura 33 – Garrafa com ausência do último algarismo no número de lote (A) e com número de lote completo (B).

A Tabela 38 demonstra a análise geral dos resultados obtidos neste teste.

Tabela 38 – Taxa global de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas com ausência do último algarismo no número de lote.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação				
Correta	96	24	96	24
Rejeição				
Correta	0	0	0	0

Pode-se verificar que os resultados obtidos foram concordantes nas duas linhas. Contudo, a taxa de validação dos ensaios relativamente às não conformidades foi nula. Como já foi referido anteriormente, este acontecimento poderá dever-se ao fato do sistema não ser sensível a caracteres, bem como ao fato da marcação do número de lote ter sido feita manualmente.

4.2.14. Número de lote trocado

A última experiência é relativa à troca de um algarismo do número de lote, especificamente a troca do algarismo “zero” pelo “oito” (Figura 34, A e B). A análise efetuada para os resultados obtidos está presente na Tabela 39.

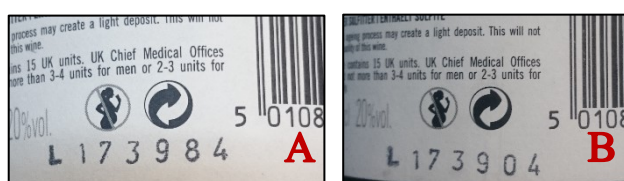


Figura 34 – Garrafa com o número de lote trocado (A) e com número de lote padrão (B).

Tabela 39 – Taxa global de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas com o número de lote trocado.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Global dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação				
Correta	100	25	100	25
Rejeição				
Correta	16	4	0	0

Relativamente às rejeições de garrafas com o número de lote trocado, apenas na Linha 5 16% das garrafas foram rejeitadas. Contudo, estas garrafas foram excluídas devido ao selo, e por isso, apresenta-se na Tabela 40 a taxa efetiva de validação dos ensaios realizados neste teste.

Tabela 40 – Taxa efetiva de validação dos ensaios e número de garrafas correspondente, relativamente a garrafas com o número de lote trocado.

	<i>LINHA 5</i>		<i>LINHA 6</i>	
	<i>Validação Efetiva dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>	<i>Validação Efetiva dos Ensaios (%)</i>	<i>Número de garrafas</i>
Aprovação Correta	100	25	100	25
Rejeição Correta	0	0	0	0

Estes resultados apenas vêm corroborar com tudo o que foi referido previamente. O inspetor visual integrado nas linhas de engarrafamento 5 e 6 não demonstrou fiabilidade e aptidão para realizar inspeções ao produto acabado, principalmente no que concerne a defeitos finos.

5. Conclusões

Este trabalho teve como objetivo o estudo e desenvolvimento de uma série de defeitos em garrafas de vinho com recurso a sistemas de visão artificial, de modo a verificar a eficácia de decisão deste tipo de equipamento. A necessidade de realizar este estudo surgiu com a impossibilidade de afirmar qual seria a taxa de fiabilidade destes equipamentos quando a operar numa linha de produção.

Para se ter conhecimento das capacidades dos equipamentos instalados nas linhas de engarrafamento da Quinta do Marco, elaborou-se um procedimento de validação das máquinas de visão artificial. Estabeleceu-se um método de trabalho e alguns pressupostos gerais, que foram sempre mantidos em todos os ensaios realizados, de modo a diminuir a falha por parte das máquinas. Apesar do método utilizado ter permitido obter uma perceção das reais potencialidades dos equipamentos, este baseia-se em induzir o erro na máquina, ou seja, para um determinado tamanho de amostra existiam sempre a mesma quantidade de defeitos em garrafas. Logo, seria ainda mais interessante e fiável recorrer a um método de validação do equipamento em que os testes realizar-se-iam durante uma ordem de produção.

Perante os resultados obtidos nos testes, concluiu-se que os sistemas de visão artificial não conseguiram intercepar determinados defeitos, tais como cápsula com rugas, selo do avesso, garrafas mal serigrafadas com sub-rótulo, rótulo de mercado diferente, rótulo descolado, rótulo sujo, rótulo com inscrição legal ilegível, rótulo amarrotado, ausência do último algarismo no número de lote e número de lote trocado.

Nos testes realizados na Linha 5 houve duas garrafas que foram devidamente rejeitadas, mas o tapete deixou seguir. Perante este acontecimento, determinou-se uma falha no rejeitador deste sistema de aproximadamente 0,2%.

No estudo dos defeitos flagrantes obteve-se taxas de fiabilidade de 60% na Linha 5 e de 64% na Linha 6, e nos defeitos finos obteve-se uma taxa de 21% na Linha 5 e de 14% na Linha 6. Globalmente, a taxa de fiabilidade obtida na Linha 5 foi de 39%, contra 37% na Linha 6.

Em suma, comparando o sistema de visão artificial integrado na Linha 5 com o da Linha 6, o equipamento da Linha 5 revelou-se mais apto na deteção dos defeitos produzidos, embora as diferenças entre si não sejam significativas. Contudo, esta conclusão foi surpreendente, pois seria expectável que a Linha 5 revelasse maiores dificuldades em rejeitar as garrafas com defeito, dada a velocidade a que opera.

É importante salientar que todos estes resultados obtidos se aplicaram a um tipo de garrafa específico, podendo obter-se conclusões diferentes quando utilizados outros rótulos, contra-rótulos, sub-rótulos, e até mesmo uma altura e forma de garrafa diferente. Como tal, estes resultados não deverão ser extrapolados para outras situações.

6. Propostas de melhoria

De seguida são apresentadas algumas propostas de melhoria dos equipamentos, de modo a que futuramente, os equipamentos possam ter uma melhor *performance* na inspeção do produto acabado. Estas propostas foram subdivididas em ações de melhoria e ações futuras.

6.1. Ações de melhoria

- i. Melhorar a estabilidade do tapete através da redução de vibrações;
- ii. Inventariar produtos e garrafas em cada linha de produção;
- iii. Exportação de dados por tipo de rejeição e por quantidade de produto;
- iv. Desenvolver uma biblioteca de programas;
- v. Melhoria nas tecnologias de identificação (códigos de barras e número de lote), de modo a ser possível o reconhecimento de códigos extremamente danificados, códigos parciais ou com objetos sobrepostos.
- vi. Tornar a entrada das garrafas no equipamento de forma orientada;
- vii. Adição de uma câmara policromática.

6.2. Ações futuras

- i. Definir um plano de manutenção preventiva;
- ii. Definir um plano de limpeza;
- iii. Definir um plano de inspeção e validação de arranque;
- iv. Definir instruções de trabalho (IT's) de utilização do equipamento;
- v. Definir um critério de aceitação/rejeição face aos ensaios de validação do equipamento;
- vi. Utilização de tecnologia *Deep Learning* – tecnologia que permite o reconhecimento de caracteres, fazendo do novo algoritmo o mais robusto no mercado.

7. Bibliografia

Deltamatic. 2017. “Visão Artificial”. Disponível: <http://www.deltamatic.pt/produtos-e-servicos/visao-artificial/> [acedido em: 03/27/2017]

Hoske, M. T.. 2006. Measure Up with Machine Vision. *Control Engineering* p.52

Ma, J., Sun, D.-W., Qu, J.-H., Liu, D., Pu, H., Gao, W.-H., Zeng, X,-A. 2014. Applications of Computer Vision for Assessing Quality of Agri-food Products: A Review of Recent Research Advances. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **56**(1), 113-127.

Reis, J. 2016. Desenvolvimento de Projetos na Área da Visão Artificial para o Setor Industrial. Universidade de Aveiro: Departamento de Engenharia Mecânica. 63pp.

Symington. 2015. “Quem Somos”. Disponível: <http://pt.symington.com/quem-somos> [acedido em: 07/25/2017]

Apêndices

Resultados obtidos no processo de validação

A1 – Fiabilidade do sistema defeitos flagrantes

1.1. – Ausência de rótulo

Decisão	Tipo de teste	Ensaio 1				Ensaio 2				Ensaio 3				Ensaio 4				Ensaio 5			
		L5		L6		L5		L6		¹ L5		L6		L5		L6		L5		L6	
		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A
Conformes	Garrafas corretamente acabadas	0	5	0	5	1	4	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	1	4	0	5
Não conformes	Ausência de rótulo	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	4	1	5	0	5	0	5	0
Tipo de defeitos visualizados no ecrã do equipamento no fim do ensaio		5 rt, 5 c/rt e 1 n° de lote		4 rt, 2 sub-rt, 4 c/rt, 2 selos e 1 n° de lote		5 rt, 4 c/rt e 3 selos		5 rt, 3 sub-rt, 5 c/rt, 3 selos e 3 n° de lote		5 rt, 1 sub-rt, 4 c/rt e 3 selos		5 rt, 4 sub-rt, 5 c/rt, 3 selos e 2 n° de lote		4 rt, 1 sub-rt, 4 c/rt, 3 selos e 1 n° de lote		5 rt, 4 sub-rt, 4 c/rt, 2 selos e 1 n° de lote		5 rt, 4 c/rt, 5 selos e 1 n° de lote		5 rt, 3 sub-rt, 5 c/rt, 5 selos e 3 n° de lote	

*A - Número de aprovações; R - Número de rejeições.

¹ No ensaio n° 3 realizado na Linha 5, uma garrafa A2 foi devidamente rejeitada, mas o tapete deixou seguir a mesma. Contudo, esta garrafa foi contabilizada nas rejeições.

1.2. – Ausência de sub-rótulo

Decisão	Tipo de teste	Ensaio 1				Ensaio 2				Ensaio 3				Ensaio 4				Ensaio 5			
		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6	
		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A
Conformes	Garrafas corretamente acabadas	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
Não conformes	Ausência de sub-rótulo	4	1	5	0	5	0	5	0	3	2	5	0	2	3	5	0	5	0	5	0
Tipo de defeitos visualizados no ecrã do equipamento no fim do ensaio		4 sub-rt		5 sub-rt		5 sub-rt		5 sub-rt		3 sub-rt		5 sub-rt		2 sub-rt		5 sub-rt		5 sub-rt		5 sub-rt	

*A - Número de aprovações; R - Número de rejeições.

1.3. – Garrafas bem serigrafadas e sem sub-rótulo

Decisão	Tipo de teste	Ensaio 1				Ensaio 2				Ensaio 3				Ensaio 4				Ensaio 5			
		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6	
		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A
Conformes	Garrafas serigrafadas corretamente acabadas	0	5	2	3	0	5	0	5	1	4	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
Não conformes	Garrafas bem serigrafadas e sem sub-rótulo	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0
Tipo de defeitos visualizados no ecrã do equipamento no fim do ensaio		5 sub-rt		5 sub-rt, 1 selo e 1 ref. altura		5 sub-rt e 1 selo		5 sub-rt e 1 selo		5 sub-rt, 1 c/rt e 2 selos		5 sub-rt		5 sub-rt e 1 selo		5 sub-rt e 1 selo		5 sub-rt		5 sub-rt, 2 c/rt, 1 selo e 1 n° de lote	

*A - Número de aprovações; R - Número de rejeições.

1.4. – Ausência de cápsula

Decisão	Tipo de teste	Ensaio 1				Ensaio 2				Ensaio 3				Ensaio 4				Ensaio 5			
		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6	
		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A
Conformes	Garrafas corretamente acabadas	0	5	0	5	1	4	0	5	1	4	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
Não conformes	Ausência de cápsula	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0
Tipo de defeitos visualizados no ecrã do equipamento no fim do ensaio		5 cap e 1 selo		5 cap		5 cap e 1 selo		5 cap		5 cap e 2 selos		5 cap		5 cap e 1 selo		5 cap		5 cap e 1 selo		5 cap	

***A** - Número de aprovações; **R** - Número de rejeições.

1.5. – Ausência de selo

Decisão	Tipo de teste	Ensaio 1		Ensaio 2		Ensaio 3		Ensaio 4		Ensaio 5											
		L5		L6		L5		L6		L5		L6									
		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A								
Conformes	Garrafas corretamente acabadas	1	4	0	5	1	4	0	5	0	5	0	5	1	4	0	5	0	5	0	5
Não conformes	Ausência de selo	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0
Tipo de defeitos visualizados no ecrã do equipamento no fim do ensaio		6 selos		5 selos		6 selos		5 selos		5 selos		5 selos		6 selos		5 selos		5 selos		5 selos	

*A - Número de aprovações; R - Número de rejeições.

1.6. – Ausência de número de lote

Decisão	Tipo de teste	Ensaio 1				Ensaio 2				Ensaio 3				Ensaio 4				Ensaio 5			
		L5		L6		L5		L6		L5		L6		² L5		L6		L5		L6	
		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A
Conformes	Garrafas corretamente acabadas	0	5	0	5	0	5	0	5	1	4	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
Não conformes	Ausência de número de lote	2	3	3	2	5	0	4	1	3	2	5	0	4	1	3	2	4	1	3	2
Tipo de defeitos visualizados no ecrã do equipamento no fim do ensaio		2 nº de lote		3 nº de lote		1 selo e 5 nº de lote		4 nº de lote		2 selos e 3 nº de lote		5 nº de lote		4 nº de lote		3 nº de lote		4 nº de lote		3 nº de lote	

*A - Número de aprovações; R - Número de rejeições.

² No ensaio nº 4 realizado na Linha 5, uma garrafa D1 foi devidamente rejeitada, mas o tapete deixou seguir a mesma. Contudo, esta garrafa foi contabilizada nas rejeições.

1.7. – Ausência de selo e de número de lote

Decisão	Tipo de teste	Ensaio 1		Ensaio 2		Ensaio 3		Ensaio 4		Ensaio 5									
		L5		L6		L5		L6		L5		L6							
		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A						
Conformes	Garrafas corretamente acabadas	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5		
Não conformes	Ausência de selo e de nº de lote	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0		
Tipo de defeitos visualizados no ecrã do equipamento no fim do ensaio		5 selos e 4 nº de lote		5 selos e 3 nº de lote		5 selos e 3 nº de lote		5 selos e 5 nº de lote		5 selos e 4 nº de lote		5 selos e 3 nº de lote		5 selos e 3 nº de lote		5 selos e 3 nº de lote		5 selos e 5 nº de lote	

*A - Número de aprovações; R - Número de rejeições.

1.8. – Ausência de serigrafia, de cápsula e de número de lote

Decisão	Tipo de teste	Ensaio 1				Ensaio 2				Ensaio 3				Ensaio 4				Ensaio 5			
		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6	
		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A
Conformes	Garrafas serigrafadas corretamente acabadas	1	4	1	4	0	5	1	4	0	5	1	4	1	4	0	5	1	4	1	4
Não conformes	Ausência de serigrafia, de cápsula e de nº de lote	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0
Tipo de defeitos visualizados no ecrã do equipamento no fim do ensaio		5 rt, 2 sub-rt, 4 c/rt, 5 cap, 4 selos e 1 nº de lote		5 rt, 5 sub-rt, 6 c/rt, 5 cap, 3 selos e 5 nº de lote		5 rt, 3 sub-rt, 5 c/rt, 5 cap e 4 selos		5 rt, 5 sub-rt, 5 c/rt, 5 cap, 3 chapéu, 4 selos e 2 nº de lote		5 rt, 2 sub-rt, 5 c/r, 5 cap, 2 selos e 2 nº de lote		5 rt, 3 sub-rt, 4 c/rt, 5 cap, 1 selo e 3 nº de lote		5 rt, 1 sub-rt, 5 c/rt, 5 cap, 3 selos e 2 nº de lote		5 rt, 4 sub-rt, 4 c/rt, 5 cap, 4 selos e 1 nº de lote		5 rt, 1 sub-rt, 5 c/rt, 5 cap, 2 selos e 2 nº de lote		5 rt, 4 sub-rt, 5 c/rt, 5 cap, 3 selos e 2 nº de lote	

*A - Número de aprovações; R - Número de rejeições.

1.9. – Cápsula com chapéu

Decisão	Tipo de teste	Ensaio 1				Ensaio 2				Ensaio 3				Ensaio 4				Ensaio 5			
		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6	
		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A
Conformes	Garrafas corretamente acabadas	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
Não conformes	Cápsula com chapéu	0	5	2	3	2	3	2	3	0	5	3	2	1	4	2	3	2	3	3	2
Tipo de defeitos visualizados no ecrã do equipamento no fim do ensaio		N/D		1 amass e 2 chapéu		2 chapéus		2 amass, 2 chapéu e 1 ref. altura		N/D		1 amass, 3 chapéu e 2 ref. altura		1 amass		1 amass e 2 chapéu		1 amass, 1 chapéu e 1 selo		1 amass, 2 chapéu e 1 selo	

*A - Número de aprovações; R - Número de rejeições.

1.10. – Cápsula com rugas

Decisão	Tipo de teste	Ensaio 1		Ensaio 2		Ensaio 3		Ensaio 4		Ensaio 5									
		L5		L6		L5		L6		L5		L6							
		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A						
Conformes	Garrafas corretamente acabadas	0	5	0	5	0	5	1	4	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
Não conformes	Cápsula com rugas	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
Tipo de defeitos visualizados no ecrã do equipamento no fim do ensaio		N/D		N/D		N/D		1 sub-rt		N/D		N/D		N/D		N/D		N/D	

*A - Número de aprovações; R - Número de rejeições.

1.11. – Selo desalinhado

Decisão	Tipo de teste	Ensaio 1				Ensaio 2				Ensaio 3				Ensaio 4				Ensaio 5			
		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6	
		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A
Conformes	Garrafas corretamente acabadas	0	5	1	4	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
Não conformes	Selo desalinhado	5	0	3	2	4	1	3	2	5	0	2	3	5	0	5	0	5	0	3	2
Tipo de defeitos visualizados no ecrã do equipamento no fim do ensaio		5 selos		3 selos e 1 chapéu		4 selos e 1 c/rt		3 selos		5 selos		2 selos		5 selos		5 selos e 1 chapéu		5 selos		3 selos	

*A - Número de aprovações; R - Número de rejeições.

1.12. – Selo do avesso

Decisão	Tipo de teste	Ensaio 1		Ensaio 2		Ensaio 3		Ensaio 4		Ensaio 5											
		L5		L6		L5		L6		L5		L6									
		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A								
Conformes	Garrafas corretamente acabadas	0	5	1	4	0	5	0	5	0	5	1	4	0	5	0	5				
Não conformes	Selo do avesso	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5				
Tipo de defeitos visualizados no ecrã do equipamento no fim do ensaio		N/D		1 chapéu		N/D		N/D		N/D		1 sub-rt		N/D		1 chapéu		N/D		N/D	

*A - Número de aprovações; R - Número de rejeições.

A2 – Fiabilidade do sistema defeitos finos

2.1. – Garrafas mal serigrafadas e com sub-rótulo

Decisão	Tipo de teste	Ensaio 1				Ensaio 2				Ensaio 3				Ensaio 4				Ensaio 5			
		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6	
		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A
Conformes	Garrafas serigrafadas corretamente acabadas	1	4	0	5	1	4	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	1	4	1	4
Não conformes	Garrafas mal serigrafadas e com sub-rótulo	1	4	3	2	3	2	1	4	2	3	2	3	0	5	1	4	2	3	1	4
Tipo de defeitos visualizados no ecrã do equipamento no fim do ensaio		2 selos		2 c/rt, 1 selo e 2 n° de lote		2 selos e 2 c/rt		1 n° de lote		2 selos		2 c/rt e 2 n° de lote		N/D		1 c/rt e 1 n° de lote		1 c/rt, 2 selos e 1 n° de lote		1 c/rt, 1 selo e 1 n° de lote	

*A - Número de aprovações; R - Número de rejeições.

2.2. – Contra-rótulo descentrado face ao rótulo e ao sub-rótulo

Decisão	Tipo de teste	Ensaio 1				Ensaio 2				Ensaio 3				Ensaio 4				Ensaio 5			
		L5		L6		L5		³ L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6	
		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A
Conformes	Garrafas corretamente acabadas	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
Não conformes	Contra-rótulo descentrado face ao rótulo e ao sub-rótulo	5	0	5	0	5	0	3	2	5	0	5	0	5	0	5	0	4	1	5	0
Tipo de defeitos visualizados no ecrã do equipamento no fim do ensaio		5 c/rt e 1 selo		5 c/rt e 1 sub-rt		5 c/rt		4 c/rt		5 c/rt e 1 selo		5 c/rt		5 c/rt		5 c/rt		4 c/rt		5 c/rt	

*A - Número de aprovações; R - Número de rejeições.

³ No ensaio nº 2 realizado na Linha 6 houve uma falha mecânica por parte da máquina.

2.3. – Contra-rótulo com texto invertido

Decisão	Tipo de teste	Ensaio 1				Ensaio 2				Ensaio 3				Ensaio 4				Ensaio 5			
		⁴ L5		L6		L5		L6		L5		L6		⁵ L5		L6		L5		⁶ L6	
		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A
Conformes	Garrafas corretamente acabadas	0	5	0	5	1	4	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
Não conformes	Contra-rótulo com texto invertido	4	1	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	4	1	5	0	5	0	4	1
Tipo de defeitos visualizados no ecrã do equipamento no fim do ensaio		5 c/rt, 1 selo e 1 n° de lote		5 c/rt e 5 n° de lote		5 c/rt, 1 selo e 3 n° de lote		5 c/rt e 3 n° de lote		5 c/rt, 1 selo e 1 n° de lote		5 c/rt e 4 n° de lote		5 c/rt, 1 selo e 2 n° de lote		5 c/rt e 3 n° de lote		5 c/rt, 1 selo e 1 n° de lote		5 c/rt e 2 n° de lote	

*A - Número de aprovações; R - Número de rejeições.

^{4, 5 e 6} Nos ensaios número 1 e 4, e no ensaio número 5, realizados na Linha 5 e 6, respetivamente, ocorreu uma falha mecânica na máquina.

2.4. – Contra-rótulo com inscrição legal ilegível

Decisão	Tipo de teste	Ensaio 1				Ensaio 2				Ensaio 3				Ensaio 4				Ensaio 5			
		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6	
		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A
Conformes	Garrafas corretamente acabadas	1	4	0	5	0	5	0	5	1	4	0	5	0	5	0	5	1	4	0	5
Não conformes	Contra-rótulo com inscrição legal ilegível	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	1	4	0	5	0	5
Tipo de defeitos visualizados no ecrã do equipamento no fim do ensaio		1 selo		N/D		N/D		N/D		1 selo		N/D		N/D		1 c/rt		1 selo		N/D	

***A** - Número de aprovações; **R** - Número de rejeições.

2.5. – Contra-rótulo amarrotado

Decisão	Tipo de teste	Ensaio 1				Ensaio 2				Ensaio 3				Ensaio 4				Ensaio 5			
		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6	
		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A
Conformes	Garrafas corretamente acabadas	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
Não conformes	Contra-rótulo amarrotado	2	3	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	1	4	1	4	0	5	0	5
Tipo de defeitos visualizados no ecrã do equipamento no fim do ensaio		1 c/rt e 1 selo		N/D		N/D		N/D		N/D		N/D		1 selo		1 c/rt		N/D		N/D	

*A - Número de aprovações; R - Número de rejeições.

2.6. – Rótulo de mercado diferente

Decisão	Tipo de teste	Ensaio 1				Ensaio 2				Ensaio 3				Ensaio 4				Ensaio 5			
		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6	
		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A
Conformes	Garrafas corretamente acabadas	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	1	4	0	5
Não conformes	Rótulo de mercado diferente	1	4	0	5	1	4	0	5	0	5	0	5	1	4	0	5	1	4	0	5
Tipo de defeitos visualizados no ecrã do equipamento no fim do ensaio		1 selo		N/D		1 selo		N/D		N/D		N/D		1 selo		N/D		2 selos		N/D	

*A - Número de aprovações; R - Número de rejeições.

2.7. – Rótulo descolado

Decisão	Tipo de teste	Ensaio 1				Ensaio 2				Ensaio 3				Ensaio 4				Ensaio 5			
		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6	
		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A
Conformes	Garrafas corretamente acabadas	1	4	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
Não conformes	Rótulo descolado	1	4	0	5	0	5	1	4	2	3	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
Tipo de defeitos visualizados no ecrã do equipamento no fim do ensaio		2 selos		N/D		N/D		1 c/rt		2 selos		N/D		N/D		N/D		N/D		N/D	

***A** - Número de aprovações; **R** - Número de rejeições.

2.8. – Rótulo desnivelado

Decisão	Tipo de teste	Ensaio 1				Ensaio 2				Ensaio 3				Ensaio 4				Ensaio 5			
		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6	
		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A
Conformes	Garrafas corretamente acabadas	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
Não conformes	Rótulo desnivelado	5	0	1	4	5	0	2	3	5	0	2	3	5	0	1	4	5	0	1	4
Tipo de defeitos visualizados no ecrã do equipamento no fim do ensaio		5 rt		1 c/rt		5 rt e 1 selo		2 c/rt		5 rt		2 c/rt		5 rt		1 rt, 1 sub-rt, 1 c/rt, 1 selo e 1 nº de lote		5 rt		1 c/rt	

*A - Número de aprovações; R - Número de rejeições.

2.9. – Rótulo sujo

Decisão	Tipo de teste	Ensaio 1				Ensaio 2				Ensaio 3				Ensaio 4				Ensaio 5			
		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6	
		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A
Conformes	Garrafas corretamente acabadas	1	4	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
Não conformes	Rótulo sujo	0	5	1	4	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
Tipo de defeitos visualizados no ecrã do equipamento no fim do ensaio		1 selo		1 selo		N/D		N/D		N/D		N/D		N/D		N/D		N/D		N/D	

*A - Número de aprovações; R - Número de rejeições.

2.10. – Rótulo com inscrição legal ilegível

Decisão	Tipo de teste	Ensaio 1				Ensaio 2				Ensaio 3				Ensaio 4				Ensaio 5			
		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6	
		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A
Conformes	Garrafas corretamente acabadas	0	5	0	5	0	5	0	5	1	4	0	5	0	5	0	5	1	4	0	5
Não conformes	Rótulo com inscrição legal ilegível	2	3	1	4	0	5	1	4	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
Tipo de defeitos visualizados no ecrã do equipamento no fim do ensaio		2 selos		1 selo		N/D		1 selo		1 selo		N/D		N/D		N/D		1 selo		N/D	

*A - Número de aprovações; R - Número de rejeições.

2.11. – Rótulo amarrotado

Decisão	Tipo de teste	Ensaio 1				Ensaio 2				Ensaio 3				Ensaio 4				Ensaio 5			
		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6	
		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A
Conformes	Garrafas corretamente acabadas	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
Não conformes	Rótulo amarrotado	1	4	0	5	1	4	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	1	4	0	5
Tipo de defeitos visualizados no ecrã do equipamento no fim do ensaio		1 selo		N/D		1 selo		N/D		N/D		N/D		N/D		N/D		1 selo		N/D	

*A - Número de aprovações; R - Número de rejeições.

2.12. – Selo amarrado

Decisão	Tipo de teste	Ensaio 1				Ensaio 2				Ensaio 3				Ensaio 4				Ensaio 5			
		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6	
		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A
Conformes	Garrafas corretamente acabadas	0	5	0	5	0	5	0	5	1	4	0	5	0	5	1	4	0	5	0	5
Não conformes	Selo amarrado	0	5	0	5	1	4	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	1	4
Tipo de defeitos visualizados no ecrã do equipamento no fim do ensaio		N/D		N/D		1 selo		N/D		1 selo		N/D		N/D		1 chapéu		N/D		1 c/rt	

*A - Número de aprovações; R - Número de rejeições.

2.13. – Ausência do último algarismo no número de lote

Decisão	Tipo de teste	Ensaio 1				Ensaio 2				Ensaio 3				Ensaio 4				Ensaio 5			
		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6	
		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A
Conformes	Garrafas corretamente acabadas	1	4	0	5	0	5	1	4	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
Não conformes	Ausência do último algarismo no nº de lote	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
Tipo de defeitos visualizados no ecrã do equipamento no fim do ensaio		1 selo		N/D		N/D		1 chapéu		N/D		N/D		N/D		N/D		N/D		N/D	

*A - Número de aprovações; R - Número de rejeições.

2.14. – Número de lote trocado

Decisão	Tipo de teste	Ensaio 1				Ensaio 2				Ensaio 3				Ensaio 4				Ensaio 5			
		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6		L5		L6	
		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A
Conformes	Garrafas corretamente acabadas	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
Não conformes	Nº de lote trocado	1	4	0	5	1	4	0	5	1	4	0	5	1	4	0	5	0	5	0	5
Tipo de defeitos visualizados no ecrã do equipamento no fim do ensaio		1 selo		N/D		1 selo		N/D		1 selo		N/D		1 selo		N/D		N/D		N/D	

***A** - Número de aprovações; **R** - Número de rejeições.

