



**Rita Marques Pinheiro
de Araújo**

**Otimização de métodos de controlo de qualidade de
embalagens**

DISSERTAÇÃO



**Rita Marques Pinheiro
de Araújo**

**Otimização de métodos de controlo de qualidade de
embalagens**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Biotecnologia, realizada sob a orientação científica da Doutora Paula Celeste da Silva Ferreira equiparada a Investigadora Coordenadora do Departamento de Engenharia dos Materiais e Cerâmica da Universidade de Aveiro e da Engenheira Isabel Maria de Lima Bettencourt e Ávila equiparada a Técnica Superior de Qualidade no Departamento de Qualidade, Ambiente e Segurança da empresa Super Bock Group.

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do projeto CICECO-Instituto de Materiais de Aveiro, Ref^a. FCT UID/CTM/50011/2019, financiado por fundos nacionais através da FCT/MCTES.

o júri

presidente

Doutor Jorge Manuel Alexandre Saraiva
investigador auxiliar do Departamento de Química da Universidade de Aveiro

Doutora Elisabete Verde Martins Coelho
investigadora doutorada (nível 1) do Departamento de Química da Universidade de Aveiro

Doutora Paula Celeste da Silva Ferreira
equiparada a investigadora coordenadora do Departamento de Engenharia de Materiais e Cerâmica da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Primeiramente, gostaria de agradecer ao Super Bock Group, mais precisamente ao Departamento da Qualidade, Ambiente e Segurança pela oportunidade de estágio que me foi dada e por todo o apoio prestado.

Em particular, deixo o meu sincero obrigada à Engenheira Isabel Ávila pelo acompanhamento ao longo destes meses. Obrigada pela simpatia e vontade de ensinar que foram essenciais para o meu sucesso. Obrigada também pela oportunidade de participar em vários projetos, sem dúvida que me ajudaram a crescer e contribuíram para enriquecer os meus conhecimentos.

Não poderia deixar de agradecer também a todos os membros do Laboratório Central. Obrigada por me fazerem sentir em casa desde o primeiro dia. Sem dúvida que foram todos importantes para a minha aprendizagem. Não podia deixar de dar uma palavra especial à Ana Rita Silva, obrigada pelos ensinamentos novos todos os dias sempre com um sorriso na cara e uma boa disposição contagiante. Obrigada pelo exemplo sobre o que é ser um profissional de excelência.

Às minhas companheiras de estágio, Ângela e Rita, obrigada pelo apoio de todos os dias. Iniciamos esta caminhada juntas e terminamos verdadeiras amigas, não podia ter pedido companhia melhor.

Obrigada também à Professora Paula Ferreira pelo acompanhamento durante todo o estágio sem o qual não teria sido possível terminar esta etapa com êxito.

Queria também deixar um obrigada às meninas de Aveiro, Ângela, Johanna e Lídia, por me acompanharem ao longo do mestrado. Que o Gang das Cervejeiras tenha muito sucesso.

Aos amigos do costume, Gui, Marcelo, Pedro, Sandra e Sara, obrigada por permanecerem sempre ao meu lado.

Por último, deixo um obrigada muito especial aos meus pais e ao meu irmão pela paciência e incentivo.

palavras-chave

controlo da qualidade, segurança alimentar, embalagem, materiais de embalagem, cápsula, rótulo, caixa.

resumo

O Super Bock Group (SBG) é uma empresa cujas atividades chave são a produção e distribuição de cerveja. A embalagem é essencial para entregar a cerveja ao consumidor de forma segura e eficaz. Portanto, a otimização de métodos de controlo da qualidade de embalagens sobressai como uma medida de grande interesse. Ao longo deste projeto de estágio foram aperfeiçoadas metodologias já existentes e desenvolvidas novas metodologias de análise de embalagens. Os materiais de embalagem destacados serão as cápsulas, os rótulos e as caixas.

Na análise do efeito das paragens nas linhas de enchimento no produto final, mediu-se o teor em oxigénio (O_2) e dióxido de carbono (CO_2) e avaliaram-se amostras sensorialmente para confirmar as potencialidades das cápsulas “coroa” com *scavenger*. Para além disso, esta análise serviu também para estabelecer os tempos de rejeição ideais para garrafas de tara perdida e garrafas de tara retornável.

No controlo de capsulagem “coroa”, efetuaram-se medições do diâmetro de capsulagem e do teor de CO_2 para otimizar o processo de capsulagem e concluir acerca da qualidade das novas matrizes de capsulagem.

Como indicador da formação de pó durante a capsulagem “coroa”, colocou-se em utilização o “tumbling test” para quantificar a quantidade de pó libertado pelas cápsulas e implementou-se também um procedimento de limpeza ao capsulador, que passa pela utilização de água e ar comprimido.

Passando para as cápsulas “pull-off”, implementou-se um método para medir a força da sua abertura. Este método consiste na utilização de um dinamómetro manual e na medição das forças máximas exercidas aquando da abertura destas cápsulas.

Foram também abordados temas na área das embalagens secundárias, mais propriamente as caixas. Para avaliar a qualidade de colagem das caixas foi efetuada uma melhoria ao método já existente que mede a força de abertura das abas das laterais das caixas, com recurso a um dinamómetro manual.

Para além disso, estudou-se um método para quantificar a cola a quente aplicada em cada caixa. Neste método pesa-se a cola a quente já no estado sólido, após a colagem da caixa.

Quanto à cola de rotulagem, implementou-se um método que verifica a resistência da cola aplicada nos rótulos à mistura água/gelo, e descreveu-se um método para monitorizar o consumo de cola na rotuladora. Este último baseia-se na pesagem dos baldes de cola utilizados durante o processo de enchimento.

Como um todo, este projeto de estágio permitiu melhorar vários métodos já descritos e estudar novas opções, mas para além disso, clarificar se seria uma mais-valia para a empresa implementá-los no dia-a-dia do Controlo da Qualidade da empresa.

keywords

quality control, food security, package, packing materials, capsule, label, box.

abstract

Super Bock Group (SBG) is a company which the main business is the production and distribution of beer. Packaging is essential to delivery beer to the consumer in a secure and effective way. Therefore, the optimization of package quality control methods stands out as an important action. Throughout this project already existing methodologies will be improved as long as new methodologies will be developed. The packing materials studied during this project are capsules, labels and boxes.

During the analyses of the effect of bottling lines stoppages in the quality of the beer, it was defined the longest stop time for bottles to be rejected. Besides, the advantages of scavenger crown capsules were confirmed. For that, samples were tested for oxygen (O₂) and carbon dioxide (CO₂) levels and also sensory analysis.

To control crown capsules encapsulation, CO₂ levels and encapsulation diameters were measured.

As an indicator of the dust formation during encapsulation, we performed the “tumbling test” to quantify the amount of dust formed by the capsules. A method to clean the capper was also developed, using water and compressed air.

Regarding “pull-off” capsules, in order to have an enhanced control this type of encapsulation, it was developed a method to measure its resistance, using a manual dynamometer.

When it comes to boxes, it was developed a method to evaluate its resistance, using a manual dynamometer. Besides, it was developed a method to measure the quantity of hotmelt glue applied in each box.

Regarding the labelling glue, a method to verify its resistance to water/ice was developed. Besides, a method to monitor glue consumption was also studied.

As a whole, this project has allowed the improvement of several methods, and also the development of new ones. Besides, the Quality Control has now the option of implement these methods on the daily control.

ÍNDICE

Índice de figuras	5
Índice de tabelas	7
Glossário	9
PARTE I – INTRODUÇÃO	11
1. Super Bock Group (SBG)	13
2. “Otimização de métodos de controlo de qualidade de embalagens”	14
2.1. Estrutura da dissertação	15
PARTE II – ENQUADRAMENTO TEÓRICO	17
3. Qualidade no SBG	19
3.1. Segurança Alimentar	19
4. Processo de enchimento da cerveja no SBG	21
4.1. Controlo da qualidade no enchimento	25
4.2. Paragens nas linhas de enchimento	26
5. Embalagens utilizadas no SBG	27
5.1. Materiais de embalagem	27
5.1.1. CÁPSULAS	28
5.1.1.1. Cápsulas “coroa”	29
5.1.1.2. Cápsulas “pull-off”	30
5.1.2. RÓTULOS	31
5.1.1.2. Colas de rotulagem	31
5.1.3. CAIXAS	32
5.1.1.3. Colas a quente	34
PARTE III – TRABALHO DESENVOLVIDO	35
6. Efeito das paragens nas linhas de enchimento no produto final	37
6.1. Metodologia para aferir o impacto das paragens nas linhas de enchimento no produto final	38

6.2.	Resultados e discussão da aferição do impacto das paragens nas linhas de enchimento no produto final	39
7.	Controlo de capsulagem “coroa”	43
7.1.	Metodologias para controlo da capsulagem “coroa”	43
7.2.	Resultados e discussão do controlo da capsulagem “coroa”	44
8.	Formação de pó durante a capsulagem “coroa”	49
8.1.	Metodologia para quantificar o pó libertado pelas cápsulas “coroa”	51
8.2.	Resultados e discussão da quantificação do pó libertado pelas cápsulas “coroa” 52	
8.3.	Metodologia de limpeza ao capsulador	53
8.4.	Resultados e discussão da limpeza ao capsulador	54
9.	Força de abertura de cápsulas “pull-off”	55
9.1.	Metodologia para medir a força de abertura de cápsulas “pull-off”	56
9.2.	Resultados e discussão da medição da força de abertura de cápsulas “pull-off” 58	
10.	Qualidade de colagem das caixas	59
10.1.	Metodologia para medir a força de tração de abertura das caixas	61
10.2.	Resultados e discussão da medição da força de tração de abertura das caixas 63	
11.	Quantificação da aplicação de cola a quente	63
11.1.	Metodologia para quantificar a aplicação de cola a quente	63
11.2.	Resultados e discussão da quantificação da aplicação de cola a quente	65
12.	Resistência da cola de rotulagem das garrafas TR.....	67
12.1.	Metodologia para avaliar a resistência da cola de rotulagem das garrafas TR 67	
12.2.	Resultados e discussão da avaliação da resistência da cola de rotulagem das garrafas TR	68
13.	Consumo de cola na rotuladora	68

13.1.	Metodologia para calcular o consumo de cola na rotuladora.....	68
13.2.	Resultados e discussão do cálculo do consumo de cola na rotuladora.....	69
14.	Conclusões	71
15.	Trabalho futuro	73
	Referências	74
	Anexos.....	77
	Anexo I – Método de análise: Medição do teor em O ₂	77
	Anexo II – Método de análise: Medição do teor em CO ₂	80

Índice de figuras

Figura 1. Marcas comercializadas pelo SBG.	14
Figura 2. Esquema representativo dos PPRO e PCC de uma linha de enchimento TR.	26
Figura 3. (A) Cápsulas “coroa”. (B) Cápsula “pull-off”.	28
Figura 4. (A) Cápsula Somersby. (B) Cápsula SB Stout. (C) Cápsula SB Original 2 cores (D) SB Original IDR.	29
Figura 5. Esquema ilustrativo de um sistema de inspeção numa linha de enchimento com câmaras de imagem térmica. Adaptado da referência (28).	33
Figura 6. L6. (A) Bico de espumagem. (B) Capsulador.	38
Figura 7. Concentrações de CO ₂ nas diferentes linhas para cada tempo de paragem. ...	40
Figura 8. TPO nas diferentes linhas para cada tempo de paragem.	41
Figura 9. Média da avaliação global dos provadores para cada produto à medida que aumenta o tempo de paragem.	42
Figura 10. Concentrações de CO ₂ nos testemunhos das diferentes linhas de enchimento.	45
Figura 11. Concentrações de CO ₂ nos testemunhos com cápsula de diferentes fornecedores: New Box e Can Pack.	46
Figura 12. Média do DC das amostras recolhidas nas diferentes linhas de enchimento em outubro de 2018.	47
Figura 13. Medições mensais do nível de CO ₂ em amostras das diferentes linhas de enchimento recolhidas em outubro de 2018.	48
Figura 14. Média do DC das amostras recolhidas nas diferentes linhas de enchimento em abril de 2019.	48
Figura 15. Medições mensais do nível de CO ₂ em amostras das diferentes linhas de enchimento recolhidas em abril de 2019.	49
Figura 16. (A) Capsulador antes do arranque do enchimento. (B) Capsulador após o enchimento de 100 000 garrafas. As setas evidenciam o pó amarelo libertado das cápsulas Somersby.	50
Figura 17. Falhas de tinta em cápsulas Somersby. (A) Enchimento com matrizes de inox. (B) Enchimento com matrizes cerâmicas.	51
Figura 18. (A) Capsulador e calha de transporte 6 h após limpeza. (B) Capsulador e calha de transporte após 12 h de limpeza. (C) Capsulador e calha de transporte 24 h após limpeza.	54

Figura 19. Exemplo de “cortes em V” em cápsulas “pull-off”.	55
Figura 20. (A) Método de abertura correto. (B) Método de abertura incorreto.	56
Figura 21. Exemplo de um dinamómetro automático utilizado para medir a força de abertura de cápsulas “pull-off”.	56
Figura 22. Valores médios, mínimos e máximos da força horizontal nos quatro lotes de produção. Limites mínimo (11,0 N) e máximo (30,0 N) marcados pelas linhas a tracejado.	58
Figura 23. Valores médios, mínimos e máximos da força vertical nos quatro lotes de produção. Limite máximo (38,0 N) a tracejado.	59
Figura 24. Exemplo de divisão de uma caixa 24x20 cl para ensaios de força de abertura.	60
Figura 25. (A) Dinamómetro Tinius Olsen (H10KT). (B) Exemplo de <i>tearing</i> .	61
Figura 26. Exemplo de caixa com pontos de cola aplicados fora das zonas de reserva para colagem (indicadas pelas setas vermelhas).	66
Figura 27. Imagem ilustrativa do equipamento da Gaco para aplicação de cola a quente.	66
Figura 28. (A) Garrafa TR após 5 minutos em água gelada. (B) Garrafa TR após 20 minutos em água gelada. (C) Garrafa TR após 30 minutos em água gelada.	68
Figura 29. (A) Rompimento das fibras 5 minutos após rotulagem. (B) Rompimento das fibras 10 minutos após rotulagem. (C) Rompimento das fibras 15 minutos após rotulagem.	70

Índice de tabelas

Tabela 1. Classificação das linhas de enchimento no SBG.....	21
Tabela 2. Listagem das características e propriedades da cola de rotulagem, de acordo com o fornecedor.....	32
Tabela 3. Listagem das características e propriedades da cola a quente, de acordo com o fornecedor.....	34
Tabela 4. Metodologia para aferir o impacto das paragens nas linhas de enchimento no produto final.	39
Tabela 5. Dados referentes aos ensaios de análise do efeito das paragens nas linhas de enchimento no produto final.....	39
Tabela 6. Metodologias aplicadas para controlo da capsulagem “coroa”.	44
Tabela 7. Metodologia para quantificar o pó libertado pelas cápsulas.....	52
Tabela 8. Resultados relativos aos “tumbling test” em cápsulas de Somersby, SB Stout, SB Original 2 cores e SB Original IDR.....	53
Tabela 9. Metodologia de limpeza ao capsulador.	54
Tabela 10. Metodologia para medir a força de abertura de cápsulas “pull-off”.....	57
Tabela 11. Metodologia para medir a força de tração das caixas.....	62
Tabela 12. Metodologia para quantificar a aplicação de cola a quente.	64
Tabela 13. Metodologia para avaliar a resistência da cola de rotulagem.	67
Tabela 14. Metodologia para calcular o consumo de cola na rotuladora.	69
Tabela 15. Resumo dos cálculos relativos ao consumo de cola da rotuladora.....	71

Glossário

CO₂: Dióxido de carbono

CUFP: Companhia União Fabril Portuense das Fábricas de Cerveja e Bebidas Refrigerantes

DC: Diâmetro de capsulagem

EBI: *Empty Bottle Inspector*

EVA: Acetato-vinilo de etileno

FMS: *Fillig Managment System*

L1: Linha de enchimento nº 1

L2: Linha de enchimento nº 2

L3: Linha de enchimento nº 3

L5: Linha de enchimento nº 5

L6: Linha de enchimento nº 6

NSS: Não suficientemente satisfatório

O₂: Oxigénio

ORIG: Original

PCC: Ponto de controlo crítico

PLA: poliácido láctico

POS: Procedimento Operacional Standard

PPRO: Pré-requisito operacional

PVA: Polivinil butiral

PVAc: Acetato de polivinila

SB: Super Bock

SBG: Super Bock Group

SKU: *Stock Keeping Unit*

VMPS: Vidago, Melgaço e Pedras Salgadas

TCF: Tanque de cerveja filtrada

TP: Tara perdida

TPO: *Total Packaged Oxygen*

TR: Tara retornável

UP: Unidade de pasteurização

PARTE I – INTRODUÇÃO

- 1. Super Bock Group (SBG)**
- 2. “Otimização de métodos de controlo de qualidade de embalagens”**

1. Super Bock Group (SBG)

O Super Bock Group (SBG) é uma empresa portuguesa com foco principal no negócio da cerveja e das águas engarrafadas. Também engloba as áreas dos refrigerantes, das sidras, dos vinhos, da sangria, da produção de malte e do turismo (1). A nível de capital, a empresa é detida, em 56%, pelo grupo VIACER e, em 44%, pelo grupo Carlsberg. No entanto, 28,5% do grupo VIACER pertence à Carlsberg. Assim, a Carlsberg detém, indiretamente, 60% do Super Bock Group (2).

O SBG baseia-se em três valores chave para o seu sucesso. O primeiro é a ambição, pois lidera o mercado das bebidas refrigerantes com orgulho e empreendedorismo. Seguem-se as pessoas, visto que estas são o motor e a alma da empresa. Por último, a excelência, pois o objetivo é entregar o melhor produto da forma mais simples, ágil e inovadora (1). A história da empresa começa em 1890 com a criação da Companhia União Fabril Portuense das Fábricas de Cerveja e Bebidas Refrigerantes (CUFP). Foi na década de 30 que ocorreu oficialmente o lançamento da marca Super Bock (SB) e se iniciou a sua comercialização. Só na década de 60 começou a construção da nova unidade fabril da Via Norte, em Leça do Balio. Na década de 70 dá-se a nacionalização do setor cervejeiro na sequência do 25 de abril e ocorre a transformação da CUFP em Unicer – União Cervejeira E.P. Os anos 80 marcaram a passagem da Unicer E.P. a Unicer S.A., passando a empresa do setor público para o setor privado. Já no início do século XXI, passa à designação de Unicer – Bebidas de Portugal S.A. ao adquirir o grupo Vidago, Melgaço e Pedras Salgadas (VMPS) e a Caféeira. Finalmente, em 2017, a Unicer passa a Super Bock Group, sendo esta a sua designação atual (3).

A Sede e Centro de Produção de cerveja do SBG situa-se em Leça do Balio, no entanto, existem vários estabelecimentos espalhados ao longo do país de maneira estratégica com o intuito de satisfazer os mercados (4).

Sendo uma grande empresa, o SBG está ciente que a sua atividade é passível de causar impacto significativo no ambiente e na comunidade. Deste modo, o SBG pratica o conceito de desenvolvimento sustentável com vista a assegurar as necessidades das gerações atuais sem limitar as necessidades das gerações futuras (5).

Existe um grande portfólio de marcas comercializadas pelo Super Bock Group (Figura 1).



Figura 1. Marcas comercializadas pelo SBG.

Apesar da variedade de produtos associados ao SBG, as atividades chave da empresa são a produção e distribuição de cerveja. Como tal, a embalagem é essencial para entregar o produto ao consumidor de forma segura e eficiente. A embalagem pode ser definida, tendo em conta o seu carácter protetor, como um meio de fazer chegar ao consumidor o produto final em condições ótimas (6).

A empresa encara a qualidade dos seus produtos como uma responsabilidade para com os consumidores, de modo a reforçar a sua fidelização (1). Assim, o controlo de qualidade, nomeadamente ao nível das embalagens, promove a obtenção de produtos de qualidade e excelência reconhecida, garantindo a confiança do consumidor.

2. “Otimização de métodos de controlo de qualidade de embalagens”

A dissertação desenvolvida insere-se na Direção da Qualidade, Ambiente e Segurança do SBG e tem como objetivo a otimização de métodos de controlo de qualidade de embalagens. Não só serão aperfeiçoadas metodologias já existentes, como serão desenvolvidas e implementadas novas metodologias de análise de embalagens, com vista a assegurar o adequado controlo e avaliação. Os materiais de embalagem em destaque ao longo da dissertação serão as cápsulas, os rótulos e as caixas.

2.1. Estrutura da dissertação

Após esta parte introdutória (Parte I), e com o intuito de facilitar a compreensão dos assuntos que envolvem o tema, definem-se as principais características associadas ao enchimento da cerveja e ao respetivo controlo de qualidade na empresa SBG (Parte II). Para além disso, a Parte II aborda também a embalagem e os materiais de embalagem utilizados no SBG.

Na Parte III, descrevem-se pormenorizadamente a metodologia utilizada e os resultados obtidos. Para além disso, apresentam-se as principais conclusões do trabalho efetuado e algumas propostas de melhoria e sugestões para trabalho futuro.

PARTE II – ENQUADRAMENTO TEÓRICO

- 3. Qualidade no SBG**
- 4. Processo de enchimento da cerveja no SBG**
- 5. Embalagens utilizadas no SBG**

3. Qualidade no SBG

Qualidade é, indiscutivelmente, um atributo comum a todos os produtos SBG, o que muito contribui para reforçar a fidelização dos consumidores. O controlo da qualidade tem como objetivo ser o melhor num mercado cada vez mais competitivo. Para tal, o Sistema de Gestão Integrado (SGI) do SBG é certificado pelas seguintes Normas:

- ISO 9001 da Qualidade desde o ano 2000
- ISO 14001 Gestão Ambiental desde o ano 2009
- ISO 22000 Gestão da Segurança Alimentar desde o ano 2013
- OSHAS 18001 Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho desde o ano 2013
- IFS Food na Sede e Centro de Produção de Leça do Balio desde o ano 2018

A certificação é de carácter voluntário. No entanto, é uma mais-valia para a empresa interna e externamente, pois permite uma maior e melhor organização estrutural e privilegia a comunicação entre todos. A certificação implica que uma entidade externa confirme que a empresa cumpre adequadamente os requisitos das normas.

Todos os produtos e processos do SBG dispõem de um Plano de Inspeção e Ensaio (PIE), onde estão definidas as análises efetuadas pelo autocontrolo na produção, nas linhas e pelo controlo da qualidade da empresa ou então por validação dos certificados de análise/conformidade enviados pelos fornecedores.

3.1. Segurança Alimentar

O SBG está certificado pela ISO 22000 – Gestão da Segurança Alimentar e pela norma IFS Food no Centro de Produção de Leça do Balio. A segurança alimentar consiste em garantir que um género alimentício não causará dano ao consumidor quando preparado e/ou ingerido de acordo com a utilização prevista (7). O controlo da qualidade é então crucial para o cumprimento das normas ISO 22000 e IFS Food.

A norma ISO 22000 integra os princípios do Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controlo (HACCP) e as etapas de aplicação desenvolvidas pela Comissão do Codex Alimentarius. A análise de perigos é o elemento essencial de um sistema eficaz de gestão de segurança alimentar, dado que ajuda a organizar o conhecimento necessário para estabelecer uma combinação eficaz das medidas de controlo. Esta norma requer que todos os perigos de ocorrência razoável expectável na cadeia alimentar sejam identificados e avaliados. Como tal, fornece os meios para determinar e

documentar os perigos identificados que necessitam de ser controlados. Durante a análise de perigos, a organização determina a estratégia a seguir para assegurar o seu controle através da identificação de pré-requisitos, de pré-requisitos operacionais (PPRO) e pontos críticos de controle (PCC) (8).

Primeiramente, são identificados todos os perigos, isto é, agentes biológicos, químicos ou físicos com potencial para causar um efeito adverso para a saúde. Todos os perigos identificados são avaliados segundo uma matriz de risco, relacionando o risco (probabilidade de ocorrer) e severidade (gravidade ou impacto na saúde do consumidor). Após esta avaliação, os perigos são estudados com recurso a uma árvore de decisão para definir quais são considerados PPRO ou PCC. No final deste processo define-se o plano HACCP. Todos os perigos são controlados, mas são tomadas medidas especiais para os PCC e PPRO.

Os PCC são passos nos quais o controle pode ser aplicado e que são essenciais para prevenir ou eliminar um perigo relacionado com a segurança dos alimentos, ou para o reduzir a níveis aceitáveis. Um PCC tem, obrigatoriamente, de cumprir os seus limites críticos, pois é este o critério que diferencia a aceitabilidade da inaceitabilidade.

Os PPRO são as atividades identificadas como essenciais para controlar a probabilidade de introdução ou proliferação de perigos para a segurança alimentar nos produtos ou no ambiente de produção (8).

Quanto à norma IFS Food, esta aplica-se a todas as organizações que processem alimentos ou quando há um potencial perigo de contaminação dos produtos durante o embalamento. Esta norma define requisitos para as organizações que pretendem diferenciar-se pela excelência na qualidade, segurança alimentar e satisfação os seus clientes. Está direcionada para a indústria agroalimentar, mas especialmente para fornecedores de marcas próprias, uma vez que inclui vários requisitos sobre o cumprimento de especificações do cliente (9). A IFS Food é muitas vezes exigida pelos distribuidores, uma vez que estes querem garantir a qualidade do produto sem ser necessário efetuarem auditorias.

A IFS Food é uma norma relativamente recente. A sua primeira versão implementada foi lançada em 2003. A crescente exigência dos consumidores, o aumento dos requisitos legais e a globalização do fornecimento de produtos tornaram imperativo o desenvolvimento de uma norma uniforme no que diz respeito à garantia da qualidade e da segurança alimentar. Para além disso, a IFS Food surgiu como uma tentativa de reduzir o tempo gasto na multiplicidade de auditorias existentes até à data (10).

4. Processo de enchimento da cerveja no SBG

O enchimento é a fase final do processo de produção de cerveja. O processo de enchimento é, no geral, comum à grande maioria das indústrias de cerveja, apresentando algumas diferenças nos equipamentos e procedimentos, dependendo das necessidades da empresa. O processo descrito de seguida é referente ao enchimento de cerveja no SBG.

Para se iniciar o processo de enchimento é necessário cerveja e materiais de embalagens como garrafas de vidro, cápsulas, caixas, entre outros. Os materiais de embalagem são, previamente e conforme as necessidades, pedidos ao armazém geral e colocados no armazém intermédio para fácil acesso e “alimentação” às linhas. No fim do processo de enchimento, obtém-se as garrafas já cheias e nas embalagens finais conforme as ordens de encomenda pretendidas. No SBG, o enchimento da cerveja decorre no centro de produção de Leça do Balio, onde existem 7 linhas de enchimento. As linhas são de laboração contínua e operam em dois turnos de trabalho por dia. A sua diferenciação está na tara (tipo de utilização) e no tipo de vasilhame utilizado. A classificação das linhas de enchimento nas instalações do SBG está sumarizada na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação das linhas de enchimento no SBG.

1	Garrafa	Perdida	0,20/0,25/0,33	70000 gfs/h
2	Garrafa	Perdida	0,20/0,25/0,33	70000 gfs/h
3	Garrafa	Retornável	0,20/0,25/0,33	55000 gfs/h
5	Garrafa	Perdida + Retornável	0,20/0,25/0,33	55000 gfs/h
6	Garrafa	Perdida	0,25/0,33/1	55000 gfs/h
Barril	Barril	Retornável	30/50	460 barris/h
Ace	Barril	Perdida	5/10/20	≈ 120 barris/h

As garrafas de tara perdida (TP) são as provenientes do fornecedor e que são de utilização única. Já as garrafas de tara retornável (TR) são de multiutilização, na maioria vêm dos pontos de venda, podendo também incluir vasilhame novo. As garrafas

retornáveis apresentam vantagens ao nível da redução do impacto ambiental, da diminuição do preço de retalho e de um menor gasto de energia. No entanto, também implicam uma maior ocupação de espaço, mais manutenção, monitorização e procedimentos de segurança. Os dois tipos de tara apresentam algumas diferenças ao nível do processo de enchimento.

O processo de enchimento inicia com uma ordem de enchimento por parte do planeamento, sendo lançado semanalmente um plano de enchimento para todas as linhas relativo à semana $n+1$.

O primeiro passo de uma linha de enchimento TP é o pedido de paletes de garrafas de vidro à logística, e sua despaletização. Nesta etapa, o vasilhame é transportado por uma despaletizadora, das paletes para os transportadores da linha. No caso das linhas TR, as garrafas são retiradas de grades. De seguida, para as TP, ocorre a sopragem, processo no qual é injetado um sopro de ar comprimido na garrafa de modo a eliminar qualquer resíduo que possa contaminar a garrafa vazia (11). O procedimento de higienização das TR, no entanto, inclui uma lavagem que garanta a eliminação de toda a sujidade, dos rótulos e das gargantilhas. Em ambos os casos, a garrafa passa depois por um inspetor de vazio (EBI: *Empty Bottle Inspector*). Aqui, são rejeitadas todas as garrafas que apresentem algum tipo de contaminação física (por exemplo, presença de líquido residual ou objetos estranhos) ou defeitos nas garrafas. Este equipamento capta imagens de forma eletrónica através de sensores, detetando defeitos no fundo, bocal e parede lateral da garrafa através da comparação com imagens recolhidas de padrões. Assim, é rejeitado qualquer vasilhame no qual seja detetado alguma não conformidade (11). Para assegurar a fiabilidade do inspetor, são inseridas nas linhas de enchimento garrafas de teste, cada uma delas contendo um defeito previamente simulado (marisa partida, papel celofane no interior, clip, cubo no fundo, papel na parede lateral e água). Se as garrafas de teste forem rejeitadas considera-se que a máquina se encontra a funcionar corretamente.

Segue-se o enchimento e a capsulagem, passos realizados pela enchedora e pelo capsulador, respetivamente. Estes equipamentos estão agregados num bloco, evitando o contacto da cerveja com o meio, para garantir a qualidade do produto final. A enchedora é uma máquina rotativa onde, primeiramente, ocorre a remoção de todo o ar das garrafas. Para tal, é adicionado CO_2 de modo a não ficar nenhum oxigénio (O_2) no interior da garrafa e para que esta e o tanque de CO_2 fiquem com a mesma pressão e seja adquirida velocidade de fluxo. O enchimento é feito em contrapressão para não

ocorrer formação de espuma e ser possível controlar o nível de cerveja. A cerveja é introduzida na garrafa através de uma cânula, sendo o enchimento interrompido quando o nível previsto é atingido, informação esta obtida através de uma sonda. Após retirada da enchedora, a garrafa é encaminhada para o capsulador, mas antes da capsulagem, é necessário eliminar o ar presente no espaço vazio entre o líquido e a cápsula (espaço de cabeça). Para tal, entre a enchedora e o capsulador existe um jato de água que provoca a formação de espuma, impedindo deste modo a entrada de O₂ do exterior (11). Assim, é evitada a oxidação que poderia levar a alterações das características organoléticas da cerveja e é reduzido o risco de desenvolvimento de microrganismos (12). Como as garrafas têm de ser fechadas o mais rapidamente possível após o enchimento, o capsulador trabalha sincronizadamente com a enchedora. Visto que a enchedora é o equipamento mais lento da linha de enchimento, é este que define a velocidade da linha (13).

No final do enchimento e capsulagem, ocorre uma inspeção do nível de enchimento e da presença de cápsulas, com recurso a um sistema de inspeção de nível (FMS: *Filling Managment System*). São rejeitadas garrafas sem cápsula ou com um volume (nível) de cerveja inferior ao definido para a ordem de produção em vigor (11).

As garrafas conformes seguem para o processo de pasteurização. A pasteurização consiste num tratamento térmico que assegura a estabilidade microbiológica da cerveja. Deste modo, aumenta-se o tempo de prateleira mantendo-se as propriedades organoléticas da cerveja (14). Durante este passo, as garrafas são transportadas ao longo do pasteurizador onde são sujeitas a jatos de água progressivamente mais quentes até se atingir a temperatura de pasteurização. Esta mantém-se constante até se alcançarem as unidades de pasteurização (UP) pré-definidas. 1 UP é o aquecimento durante 1 minuto a uma temperatura de 60 °C (15). As UP definidas são dependentes do tipo de cerveja. Quanto mais baixas as UP utilizadas, melhor se preservam as propriedades organoléticas da cerveja, no entanto, maior é o risco de contaminação microbiológica e, portanto, menor o seu tempo de vida. Após atingidas as UP desejadas é feito um arrefecimento até à temperatura ambiente de forma gradual, evitando assim o choque térmico e o rebentamento da garrafa. Toda a etapa de pasteurização ocorre dentro de um pasteurizador de túnel. Ao sair do pasteurizador, as garrafas passam por um secador, de forma a evitar a fenómenos indesejados de oxidação-redução, propícios a acontecer principalmente junto da cápsula metálica.

O passo seguinte ocorre na rotuladora e consiste na rotulagem. Este equipamento funciona através de um mecanismo rotacional que permite a colocação do rótulo, gargantilha e ainda contra-rótulo no caso de produto para mercado externo. Os requisitos de rotulagem variam consoante a ordem de produção, pois a cada *Stock Keeping Unit* (SKU) estão associadas diferentes imagens e informações de forma a identificar o produto e a dar informações ao consumidor. Com recurso a um codificador a laser são também impressos no rótulo do produto o lote e a data de validade.

Posteriormente, há uma inspeção das garrafas cheias. Esta inspeção é relativa à presença de rótulo, gargantilha e, se necessário, contra-rótulo. Para além disso, é também verificado o volume de líquido, a existência de cápsula e a efetividade de retenção da mesma (pressão interna). Caso seja detetada alguma não conformidade, o produto é rejeitado, isto é, a cerveja é reprocessada e o vasilhame é desperdiçado.

Neste ponto, o produto está finalizado e pronto para ser acondicionado em embalagens secundárias (caixa, *pack*, entre outros). As garrafas podem ser encaminhadas para a encartonadora (MEAD) e embaladas em packs de cartão que agrupam as garrafas em conjuntos de 4, 6 ou 10, ou então são encaminhadas para a embaladora (KISTERS) onde são colocadas em caixas de 12, 15, 20, 24 ou 30. O SKU associado a cada ordem de produção está associado a uma embalagem secundária específica, ou seja, a escolha da embalagem secundária é feita com base no produto produzido e no mercado ao qual se destina. Todo o processo de embalamento secundário é apenas aplicável a garrafas TP, pois nas linhas TR as garrafas são novamente colocadas em grades.

Segue-se a inspeção de embalagens cheias e sua codificação. O objetivo é garantir que a embalagem secundária contém o número de unidades individuais pré-estabelecidas. Este parâmetro é verificado através de uma pesagem. Caso se detetem erros, as garrafas podem ser reprocessadas para embalamento secundário. Em caso de aprovação, a embalagem é codificada com o lote e data de validade.

Por fim, ocorre a paletização e o posterior envolvimento e identificação de paletes. As embalagens secundárias são paletizadas de acordo com a matriz de paletização definida pela SKU. Após a envolvedora colocar filme estirável à volta de cada palete, estas são etiquetadas para ser possível a sua identificação e rastreabilidade. Finalmente, a palete é retirada da linha de enchimento por um empilhador e transportada para o armazém automático, para posterior verificação e/ou expedição.

Durante o processo de enchimento nas linhas pode ocorrer o bloqueio de paletes de produto acabado devido a questões de qualidade ou quando há garrafas rejeitadas já na

rotuladora (garrafas já capsuladas). Quando acontece este bloqueio, o produto pode ser enviado para retorno ou destruído. No retorno, a cerveja é reaproveitada e enviada para o fabrico, enquanto que as garrafas são enviadas para quebra.

4.1. Controlo da qualidade no enchimento

Há uma série de análises referentes ao enchimento definidas no PIE da empresa que são efetuadas pelo autocontrolo nas linhas e pelo controlo da qualidade. Nestes controlos estão incluídas a monitorização dos PPRO e PCC identificados no HACCP.

Na sopradora, por exemplo, é necessário garantir que sempre que a pressão de sopragem seja inferior a 2,5 bar a sopradora pára. Este controlo é um PPRO. Garantir o correto aperto de capsulagem para que não haja esmagamento da marisa da garrafa também é considerado um PPRO. Outro PPRO identificado nas linhas de enchimento é a pasteurização de produtos sem álcool ou com sabores, sendo necessário o controlo das unidades de pasteurização como garantia de que não haverá perigo de crescimento microbiológico e conseqüentemente perigo para o consumidor final devido ao rebentamento de garrafas. Este controlo é efetuado com recurso a *data loggers*. Este é um equipamento capaz de registar a temperatura a que se encontram as garrafas dentro do pasteurizador, ao longo do tempo.

Nos PCC identificados, surge o controlo do inspetor de vazio. É garantido que o inspetor de vazio está a funcionar conforme o definido através da passagem de garrafas teste várias vezes ao longo do enchimento. Outro PCC está identificado na enchedora. É necessário garantir o correto funcionamento do sistema de rebentamento da enchedora. Caso alguma garrafa parta durante o enchimento, este sistema é responsável por impedir o enchimento na válvula onde a garrafa partiu e nas adjacentes, durante as duas voltas seguintes.

A Figura 3 ilustra os PPRO e os PCC ao longo de uma linha de enchimento TR.

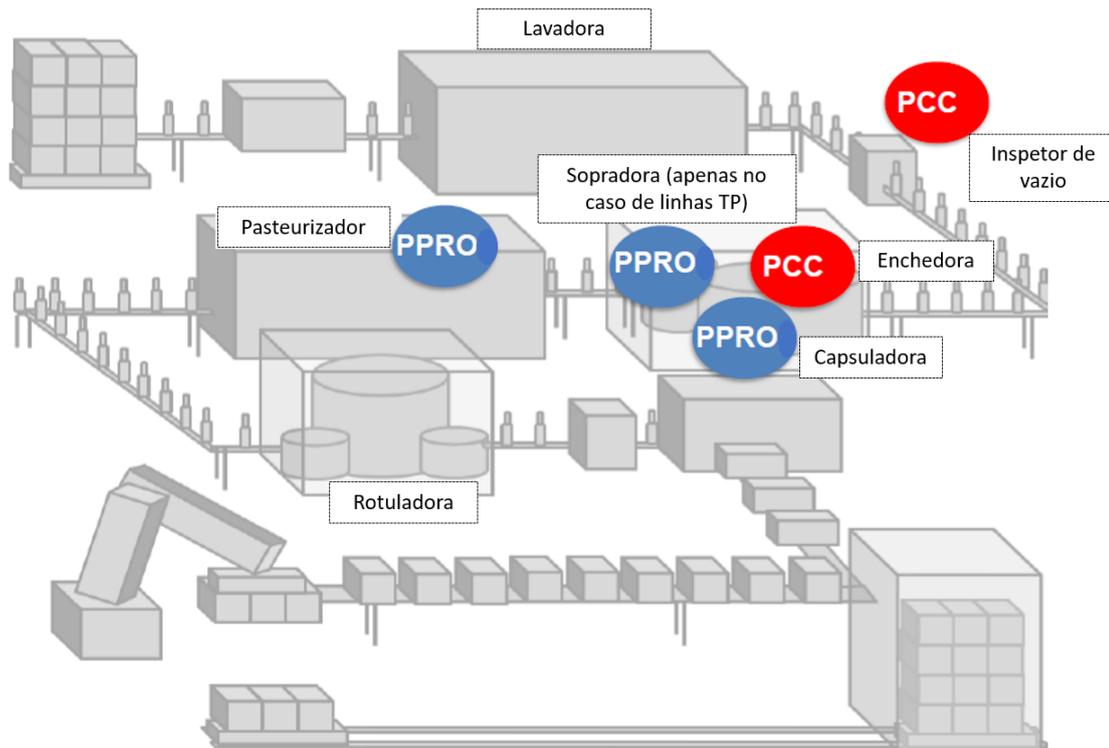


Figura 2. Esquema representativo dos PPRO e PCC de uma linha de enchimento TR.

4.2. Paragens nas linhas de enchimento

Como foi referido na descrição do processo de enchimento, as garrafas deveriam ser fechadas imediatamente após o enchimento. Tal não acontece quando ocorrem paragens nas linhas de enchimento. Durante o tempo de paragem, as garrafas que se encontram entre o bico de espumagem e o capsulador ficam abertas. Um dos efeitos desta situação é a incorporação de O_2 na cerveja e, conseqüentemente, a alteração do produto a nível sensorial.

O O_2 contribui para a produção de aldeídos com limites de perceção sensorial muito baixos, isto é, compostos fáceis de detetar quando a cerveja é analisada sensorialmente (16). Aldeídos como 2-heptenal, 2-octenal e trans-2-nonenal têm limites de perceção sensoriais menores que $1 \mu\text{g}/\text{kg}$ (17). Durante a fermentação, os aldeídos são convertidos em álcoois, sendo este tipicamente menos detetáveis a nível sensorial. O problema intensifica-se já no produto final, quando as concentrações de aldeídos aumentam devido a reações de radicais de oxigénio. Os descritores de aroma associados dos compostos 2-heptenal, 2-octenal e trans-2-nonenal são descritos como “pastoso”, “papel” e “cartão” (18). O termo “rançoso” é muitas vezes associado a aldeídos,

especialmente ao trans-2-nonenal e ao acetaldeído. Os níveis de furfural são também utilizados como um indicador de tratamento térmico e indiretamente de oxidação (19).

Existem cinco mecanismos principais para a formação de aldeídos na cerveja, sendo estes (20):

- Degradações de strecker
- Oxidações de álcoois mediadas por melanoidinas
- Degradações oxidativas de α -ácidos
- Condensações aldólicas
- Oxidações enzimáticas e não enzimáticas de ácidos gordos

5. Embalagens utilizadas no SBG

Uma das funções da embalagem é a proteção do produto relativamente a influências externas e potenciais danos (21). Como tal, a embalagem é determinante para a qualidade da cerveja. O tipo e o nível de proteção que é expectável fornecer a uma embalagem deve corresponder às características do produto e aos perigos logísticos que levam à perda de integridade da embalagem, trazendo consigo problemas na qualidade e segurança do produto.

Para além da proteção, a embalagem também tem funções ao nível da contenção, distribuição, unitização, conveniência e comunicação (22).

Existem três níveis de embalamento: primário, secundário e terciário. A embalagem primária é a que está em contacto direto com o produto, portanto tem de ter características específicas de modo a não contaminar o alimento. As garrafas de vidro, plástico, as latas e as cápsulas são exemplos de embalagens primárias. Embalagens secundárias são, por exemplo, os packs, as caixas, os tabuleiros e o envolvimento em filme retrátil. Estas embalagens protegem e facilitam o manuseamento das embalagens primárias. Por último, as embalagens terciárias referem-se às paletes de produto acabado, sendo que estas devem ser estáveis e de fácil manipulação (22).

5.1. Materiais de embalagem

Materiais de embalagem são todos os materiais utilizados no processo de enchimento da cerveja. Os mais pertinentes são: garrafas (de vidro ou de alumínio), cápsulas (“coroa”, “pull-off” ou “flavor lok”), rótulos, contra-rótulos, gargantilhas, caixas, packs de cartão, tabuleiros de cartão, placas de cartão, filme retrátil e filme estirável. As cápsulas

“coroa” e “pull-off”, os rótulos e as caixas serão os materiais de embalagem com maior destaque ao longo desta dissertação.

5.1.1. CÁPSULAS

A capsulagem tem de preencher alguns requisitos essenciais, tal como garantir a integridade da cerveja engarrafada até ao seu consumo. Por um lado, a capsulagem é responsável por vedar tanto o líquido como os gases presentes na garrafa até esta ser aberta pelo consumidor final. Por outro lado, funciona também como uma barreira contra gases e odores provenientes do exterior. É igualmente necessário permitir a posterior abertura da garrafa sem risco para o consumidor (23). No PIE estão identificados vários pontos de controlo para garantir uma capsulagem correta.

A cápsula deve garantir estanquicidade do produto mesmo quando sujeita a algumas variações térmicas e mecânicas. Para além disso, é fundamental que a cápsula garanta a neutralidade organolética, resista à corrosão e permita estilos de impressão personalizados (23).

O elemento que estabelece contacto direto entre a garrafa e a cápsula é uma película que será daqui em diante designada por *liner*. A sua função principal é proporcionar a vedação adequada do produto sendo, então, determinante para a viabilidade da capsulagem. Como está em contacto direto com a cerveja, o *liner* tem de cumprir a legislação no que diz respeito a materiais em contacto com alimentos. Um *liner* não adequado poderá trazer problemas ao nível da qualidade, como a diminuição do tempo de prateleira do produto e o vazamento da cerveja durante o transporte (24).

No enchimento da cerveja, o SBG utiliza cápsulas “coroa”, “pull-off” e “flavor lok”, dependendo da referência pretendida. Para este trabalho, as mais relevantes serão as cápsulas “coroa” (Figura 4A) e as cápsulas “pull-off” (Figura 4B).



Figura 3. (A) Cápsulas “coroa”. (B) Cápsula “pull-off”.

5.1.1.1. Cápsulas “coroa”

A produção de cápsulas “coroa” implica, no início do processo, um revestimento, isto é, a aplicação de verniz e um esmalte branco opcional. Mais tarde no processo, existem várias opções de decoração e é aplicado verniz interior e exterior (primário e final) (23). A decoração integral das cápsulas com revestimento de tinta na saia pode trazer consequências negativas, nomeadamente problemas ao nível da segurança alimentar durante o enchimento da cerveja. Na etapa da capsulagem gera-se a erosão da tinta em pó que é proporcional à quantidade de tinta utilizada na decoração das cápsulas (25). Este pó é composto por partículas de verniz, tinta e/ou materiais de revestimento e constitui uma ameaça à segurança alimentar, pois é suscetível de entrar em contacto com a cerveja durante o enchimento (25). Por outro lado, a necessidade de maior frequência de limpeza do capsulador pode ter impacto na eficiência das linhas. Na Figura 5 estão representadas quatro cápsulas “coroa” com decorações diferentes: a cápsula de Somersby, a cápsula de SB Stout, a cápsula de SB Original 2 cores e a cápsula SB Original Nova Imagem (de agora em diante designada por SB Original IDR). Quanto mais decorada for a cápsula, maior será a formação de pó. Deste modo, as cápsulas Somersby (Figura 5A), SB Stout (Figura 5B) e SB Original IDR (Figura 5D) serão as mais prejudiciais no sentido da formação de pó, pois são cápsulas com decoração integral.



Figura 4. (A) Cápsula Somersby. (B) Cápsula SB Stout. (C) Cápsula SB Original 2 cores (D) SB Original IDR.

Outra questão associada à cápsula “coroa” é a capsulagem aberta. A capsulagem aberta ocorre em garrafas cujo diâmetro de capsulagem (DC) é superior ao limite máximo da especificação. Este fenómeno pode ser responsável por reclamações de produto com pouco gás. Devido ao processo de fermentação, o CO₂ presente na cerveja encontra-se dissolvido. Numa garrafa fechada, após um certo período de tempo, atinge-se um equilíbrio entre a concentração de CO₂ na cerveja e a pressão parcial na fase gasosa

(13). No caso de uma capsulagem aberta acontecem perdas de CO₂ significativas ao longo do tempo, levando à perda de gás do produto.

Pelo contrário, a capsulagem fechada ocorre em garrafas cujo DC é inferior ao limite mínimo da especificação. Neste caso, há uma maior probabilidade de quebra da marisa da garrafa e haver vidros no interior do produto. Assim, estamos perante um risco de segurança alimentar.

O *liners* das cápsulas “coroa” podem ser distinguidos em *liners* com *scavenger* e *liners* sem *scavenger*. No SBG foram definidos critérios para utilização destes *liners* de acordo com as referências produzidas. De uma forma geral, para garrafas TP são utilizadas cápsulas com *scavenger*. Já para garrafas TR, utilizam-se cápsulas sem *scavenger*. Os *liners* das cápsulas com *scavenger* contêm um aditivo, o sulfito de sódio (Na₂SO₃). A sua função é adsorver o O₂ que atravessa o conjunto garrafa, *liner* e cápsula metálica. Apesar da estanquicidade relativamente a líquidos, este conjunto não é capaz de impedir a troca de gases com o exterior, especialmente gases de menor dimensão molecular, como é o caso do O₂. Assim, o objetivo do *scavenger* é adsorver o O₂ que tenta atravessar o *liner*. Dado que a quantidade de Na₂SO₃ em cada *liner* é finita, o *liner* apenas assegura a sua função durante cerca de três meses. Em teoria, seria possível aumentar a validade dos produtos caso se aumentasse a quantidade de Na₂SO₃ em cada *liner* (26).

5.1.1.2. Cápsulas “pull-off”

O SBG foi a primeira empresa a introduzir este tipo de cápsula no mercado português, no verão de 2006, com uma edição limitada ao verão intitulada “Super Bock Cool”. Atualmente, a utilização de cápsula “pull-off” diminuiu no mercado interno e é maioritariamente utilizada em alguns produtos para mercado externo (27).

As cápsulas “pull-off” distinguem-se das cápsulas “coroa” principalmente pelo facto de poderem ser abertas sem recurso a nenhum utensílio (abertura fácil). Aquando da sua abertura, basta puxar a anilha para a cápsula abrir.

O controlo, efetuado no SBG, para este tipo de capsulagem consiste na inspeção visual e avaliação da pressão de retenção. A pressão de retenção é a pressão que cada cápsula suporta quando é introduzido ar no interior da garrafa. Esta é uma forma de controlar se a estanquicidade da garrafa é satisfatória. Ao medir a pressão de retenção, a cápsula tem

de aguentar uma pressão interna até 6,5 bar antes e após pasteurização para o resultado ser considerado satisfatório.

Para verificar a qualidade da capsulagem também se pode medir a força da sua abertura. Atualmente, o controlo da força de abertura da cápsula “pull-off” não faz parte dos pontos de controlo normal efetuados pelo SBG. Não obstante, este é um parâmetro de interesse e seria uma mais-valia para a empresa a implementação do método (28). Para tal, é necessário analisar os equipamentos disponíveis, verificar se estes são adequados e, se necessário, avaliar possíveis investimentos.

5.1.2. RÓTULOS

A função do rótulo é de proporcionar ao produto toda a informação adequada, legal e da marca. O controlo feito ao nível da rotulagem deve garantir a conformidade legal e também assegurar os parâmetros de qualidade estabelecidos (29).

Os parâmetros definidos para controlo de qualidade, a nível interno da empresa, consistem na inspeção visual, nomeadamente verificar se os rótulos não estão descolados, descentrados em relação à gargantilha ou com excesso de cola. É também tido em conta se a marcação do lote e da validade na gargantilha ou no contra-rótulo está correta e perceptível. Para além disso, como já foi referido anteriormente, nas linhas de enchimento, há um inspetor de garrafas cheias após a rotulagem, que verifica a presença de rótulo, gargantilha e, se necessário, contra-rótulo. Caso seja detetada alguma não conformidade, o produto é rejeitado.

5.1.1.2. Colas de rotulagem

A cola de rotulagem utilizada a nível interno é uma cola de base aquosa e sintética. Por norma, as colas de base aquosa contêm uma ou mais resinas como componentes principais. Estas podem ser polivinil butiral (PVA), amido de milho, acetato de polivinila (PVAc), copolímero de acetato-vinilo de etileno (EVA), ureia-formaldeído ou caseína (30). As colas de caseína, cujo constituinte base é obtido a partir da proteína do leite, eram a escolha mais usual para rotular embalagens de vidro (31). No entanto, com a subida dos preços, começaram a utilizar-se mais na indústria as colas semi-sintéticas, que contêm apenas uma pequena percentagem de caseína, e as colas sintéticas.

Devido a efeitos de confidencialidade, não foi possível o fornecedor de cola de rotulagem disponibilizar informações detalhadas acerca da composição da cola fornecida ao SBG. No entanto, a ficha técnica do produto permitiu ter acesso a algumas das características e propriedades da cola, apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Listagem das características e propriedades da cola de rotulagem, de acordo com o fornecedor.

Características da cola de rotulagem	Propriedades da cola de rotulagem
<ul style="list-style-type: none"> ○ Excelente resistência à água gelada ○ Elevada presa inicial ○ Excelente desempenho em rotuladora de alta velocidade ○ Boas propriedades de circulação ○ Trabalha em garrafas de vidro frias e molhadas ○ Limpeza fácil com água 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cor: transparente ○ pH: ≈ 8 ○ Conteúdo em sólidos: $\approx 35\%$ ○ Densidade a 20 °C: $\approx 1,03 \text{ g/cm}^3$ ○ Viscosidade: $\approx 90000 \text{ mPa.s}$ ○ Temperatura de aplicação: 20 °C – 35 °C ○ Prazo de validade: 6 meses

É também importante referir que a cola de rotulagem utilizada no enchimento de garrafas de tara retornável é diferente da cola descrita acima. Para as garrafas TR é utilizada uma cola de fácil remoção, para ser possível a remoção de rótulos e gargantilhas durante o processo de lavagem de garrafas TR. Segundo o fornecedor, esta é uma cola de base aquosa e semi-sintética. O fornecedor garante que a cola tem uma elevada resistência à água condensada e tem uma elevada presa inicial. Para além disso, tal como é pretendido, pode ser facilmente removível numa lavadora industrial.

5.1.3. CAIXAS

Tal como referido anteriormente, as caixas inserem-se na categoria de embalagens secundárias. Deste modo, têm a função de proteger e facilitar o manuseamento da embalagem primária. A embalagem primária é a que acondiciona o produto (32).

Nas linhas de enchimento, após o embalamento secundário, ocorre a inspeção de embalagens cheias e sua codificação. Garante-se assim que a embalagem contém o número de unidades individuais corretas.

Um problema que afeta indiretamente a qualidade do produto é a integridade do cartão que envolve e protege as garrafas. Uma das formas mais rentáveis de selagem é com pontos de cola quente nas abas da caixa. A nível interno, a integridade dos pontos de

cola é determinada periodicamente através de testes destrutivos em várias amostras. No entanto, para um controlo mais rigoroso e eficaz, seria relevante estudar a hipótese de utilizar uma tecnologia mais recente que, cada vez mais, ganha terreno na área da indústria alimentar, a termografia (33). A utilização de câmaras de imagem térmica permite efetuar medições de temperatura sem ser necessário entrar em contacto com o produto. Deste modo, a termografia pode servir como uma ferramenta para inspecionar a eficiência da selagem das caixas. Como a cola é quente, uma câmara de imagem térmica consegue detetá-la através do cartão e verificar o padrão e o tamanho dos pontos de cola. A câmara pode ser montada de maneira a apontar para áreas das abas das caixas que estão pré-definidas como pontos onde a cola deve ser aplicada e, assim, verificar o tamanho dos pontos de cola e a sua temperatura (Figura 6) (33).

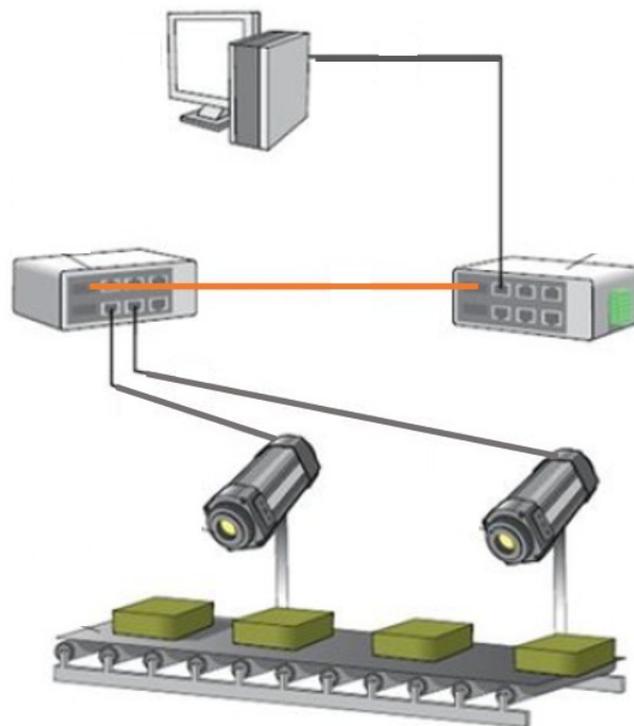


Figura 5. Esquema ilustrativo de um sistema de inspeção numa linha de enchimento com câmaras de imagem térmica. Adaptado da referência (28).

Na impossibilidade de implementar um método de análise com recurso à termografia, continua a ser benéfico para a empresa implementar um método que permita um controlo mais frequente da integridade dos pontos de cola das caixas.

5.1.1.3. Colas a quente

No SBG, o tipo de cola utilizada para fecho das caixas é cola a quente. Tal como o nome indica, este tipo de colas tem temperaturas de operação elevadas, entre os 100 °C e os 190 °C. As suas vantagens estão na sua elevada presa inicial e nas suas propriedades de colagem extremamente rápidas e permanentes (31).

Devido a efeitos de confidencialidade, não foi possível o fornecedor de cola a quente disponibilizar informações detalhadas acerca da composição da cola fornecida ao SBG. No entanto, a ficha técnica do produto permitiu ter acesso a algumas das características e propriedades da cola, apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Listagem das características e propriedades da cola a quente, de acordo com o fornecedor.

Características da cola a quente	Propriedades da cola a quente
<ul style="list-style-type: none">○ Boa adesão a quente○ Boa estabilidade térmica○ Baixo consumo de cola○ Boas propriedades de circulação○ Formato em pérolas	<ul style="list-style-type: none">○ Cor: branca○ Ponto de amolecimento: 108 °C○ Resistência ao calor: 80 °C○ Densidade: $\approx 0,92 \text{ g/cm}^3$○ Viscosidade: 1250 cPa.s○ Temperatura de aplicação: 150 °C – 180 °C

O fornecedor disponibilizou também a informação de que a base da cola a quente utilizada no SBG é alfa-olefina processada por catalisador de metaloceno. Segundo o fornecedor, quando comparada com uma cola de base EVA, esta apresenta uma estabilidade térmica melhorada, permanece a viscosidade constante, não se verificando alterações na adesão e na qualidade de processamento, inclusive após permanência prolongada da cola no tanque de fusão. Para além disso, não tem odor e produz baixas emissões de fumos, contribuindo para um ambiente mais limpo. Também a sua baixa densidade permite que o processo de reciclagem seja mais simples.

De uma forma geral, os catalisadores de metaloceno são solúveis em hidrocarbonetos, apresentam apenas um tipo de centro ativo e a sua estrutura química pode ser facilmente alterada. Estas propriedades permitem que seja possível prever, com precisão, as propriedades das olefinas processadas (34).

PARTE III – TRABALHO DESENVOLVIDO

- 6. Efeito das paragens nas linhas de enchimento no produto final**
- 7. Controlo de capsulagem “coroa”**
- 8. Formação de pó durante a capsulagem “coroa”**
- 9. Força de abertura de cápsulas “pull-off”**
- 10. Qualidade de colagem das caixas**
- 11. Quantificação da aplicação de cola a quente**
- 12. Resistência da cola de rotulagem das garrafas TR**
- 13. Consumo de cola na rotuladora**
- 14. Conclusões**
- 15. Trabalho futuro**

6. Efeito das paragens nas linhas de enchimento no produto final

A enchedora e o capsulador, tal como referido anteriormente, funcionam sincronizadamente. No entanto, este passo pode não ocorrer sempre como previsto devido a possíveis paragens na linha de enchimento. O ideal seria que as garrafas fossem fechadas imediatamente após o enchimento. As paragens na linha levam a que as garrafas que se encontram entre a enchedora e o capsulador fiquem abertas durante o tempo de paragem. A Figura 7 mostra o posicionamento do bico de espumagem e do capsulador da linha de enchimento n.º 6 (L6). Nesta linha podem ficar até 14 garrafas de 0,33L expostas ao ar durante uma paragem.

No caso de ocorrer esta situação, a quantidade de CO₂ e O₂ presente na cerveja pode ser afetada. Nas garrafas expostas ao ar, pode ocorrer diminuição da quantidade de CO₂ da cerveja e/ou aumento da quantidade de O₂. A perda de CO₂ está associada a problemas de cerveja com pouco gás. Já a incorporação de O₂ leva a processos de envelhecimento da cerveja prejudicando as suas características organoléticas.

“Air results” é um programa que faz parte da maioria dos inspetores instalados à saída da enchedora. Com este, sempre que ocorre uma paragem de tempo igual ou superior ao pré-definido são rejeitadas as garrafas que ficam abertas, entre o bico de espumagem e o capsulador.

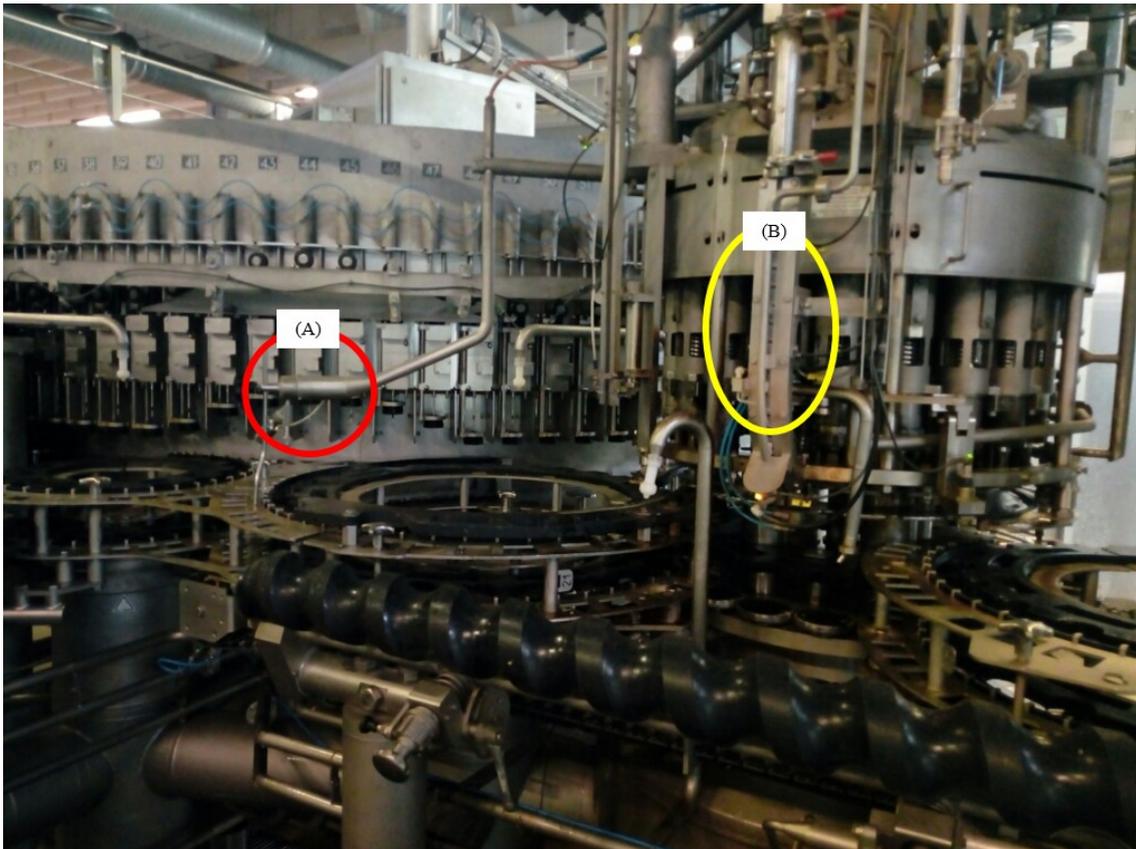


Figura 6. L6. (A) Bico de espumagem. (B) Capsulador.

6.1. Metodologia para aferir o impacto das paragens nas linhas de enchimento no produto final

Para definir qual o tempo após o qual devem ser rejeitadas as garrafas por “air results”, foram efetuados alguns testes em linha. Efetuaram-se paragens forçadas nas linhas de enchimento e as garrafas que ficaram abertas entre o bico de espumagem e o capsulador foram analisadas quanto à concentração de O_2 e CO_2 . As restantes amostras foram pasteurizadas e guardadas na câmara fria até haver possibilidade de efetuar uma prova sensorial.

A metodologia para efetuar esta análise (Tabela 4) foi definida tendo por base testes preliminares realizados na empresa em maio de 2018. No entanto, houve uma adaptação nos tempos de paragem e em alguns pontos do procedimento em si.

Tabela 4. Metodologia para aferir o impacto das paragens nas linhas de enchimento no produto final.

EQUIPAMENTO	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cronómetro ○ Medidor de <i>Total Packaged Oxygen</i> (TPO) - Haffmans c-TPO ○ Medidor de CO₂ da Anton-Paar - Carbo QC
TÉCNICA	<ol style="list-style-type: none"> I. Retirar amostras após a enchedora (estas amostras correspondem ao ponto 0). II. Pedir ao operador da linha para parar a enchedora após as garrafas passarem o bico de espumagem. III. Cronometrar o tempo de paragem. IV. Após 15 segundos pedir ao operador da linha para retomar a enchedora. V. Após as garrafas capsularem, retirar as amostras que ficaram abertas durante o tempo de paragem. VI. Repetir para 30, 60 e 240 (ou 270 dependendo da linha) segundos de paragem e marcar as amostras com os tempos respetivos. VII. Utilizar duas garrafas de cada tempo de paragem para medir a quantidade de O₂ (Anexo I) e de CO₂ (Anexo II). A quantidade de O₂ deverá ser medida de imediato. VIII. Colocar as restantes garrafas no pasteurizador. IX. Após pasteurização, guardar as amostras no frio para análise sensorial.

6.2. Resultados e discussão da aferição do impacto das paragens nas linhas de enchimento no produto final

Foram realizados três ensaios, sumarizados na Tabela 5. O tempo de paragem mais longo considerado foi de 240 segundos (L2 e L6) ou de 270 segundos (L5).

Tabela 5. Dados referentes aos ensaios de análise do efeito das paragens nas linhas de enchimento no produto final.

LINHA	DESCRIÇÃO PRODUTO	DATA DE ENCHIMENTO
2	SB ORIG TP* 0,20L	02/10/2018
5	SB ORIG TP* 0,25L	27/09/2018
6	SB ORIG TP* 0,33L	10/10/2018

*SB ORIG TP: Super Bock Original Tara Perdida

Quantidade de CO₂

Conforme demonstrado na Figura 8, a concentração de CO₂ mantém-se constante, sem variações significativas e sempre dentro da especificação (5,0 g/L – 5,6 g/L), independentemente do tempo de paragem e da linha de enchimento.

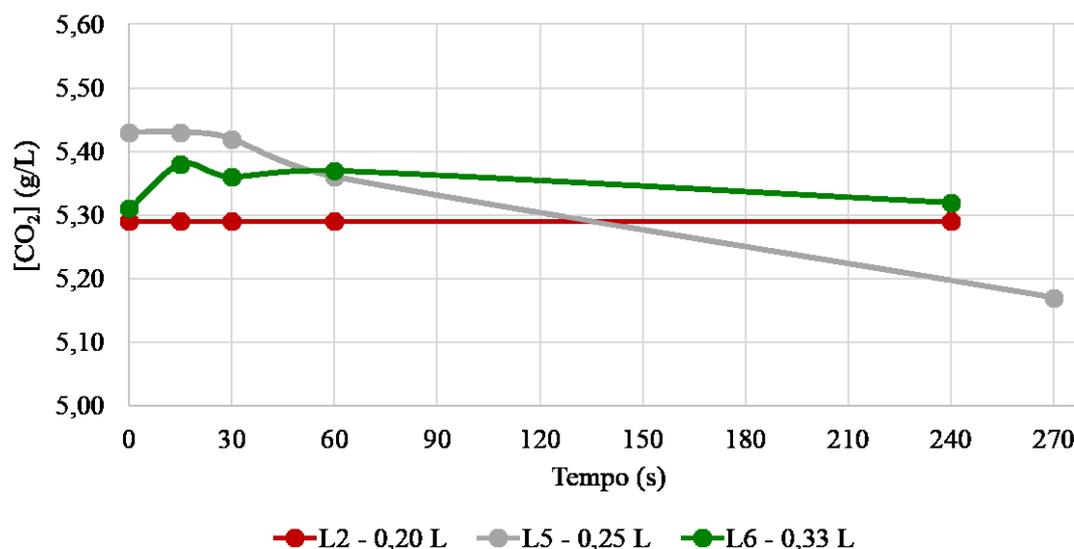


Figura 7. Concentrações de CO₂ nas diferentes linhas para cada tempo de paragem.

Verificou-se então que em paragens de linha até 240 segundos (L2 e L6) ou 270 segundos (L5) não há perdas significativas de CO₂. Para as perdas serem consideradas significativas seria necessário a concentração de CO₂ atingir valores menores que o limite mínimo especificado.

Assim, a potencial perda de CO₂ que poderia ocorrer durante as paragens, e levar a problemas de produto com pouco gás revelou-se não significativa.

Quantidade de O₂

A Figura 9 mostra a variação do *Total Packaged Oxygen* (TPO) para cada linha de enchimento durante diferentes tempos de paragem. TPO consiste na quantidade total de O₂ presente na embalagem: espaço de cabeça e líquido (18).

Contrariamente ao CO₂, a quantidade de O₂ sofreu variações à medida que aumentava o tempo de exposição das garrafas. Para além disso, verificaram-se também variações entre as diferentes taras de garrafa.

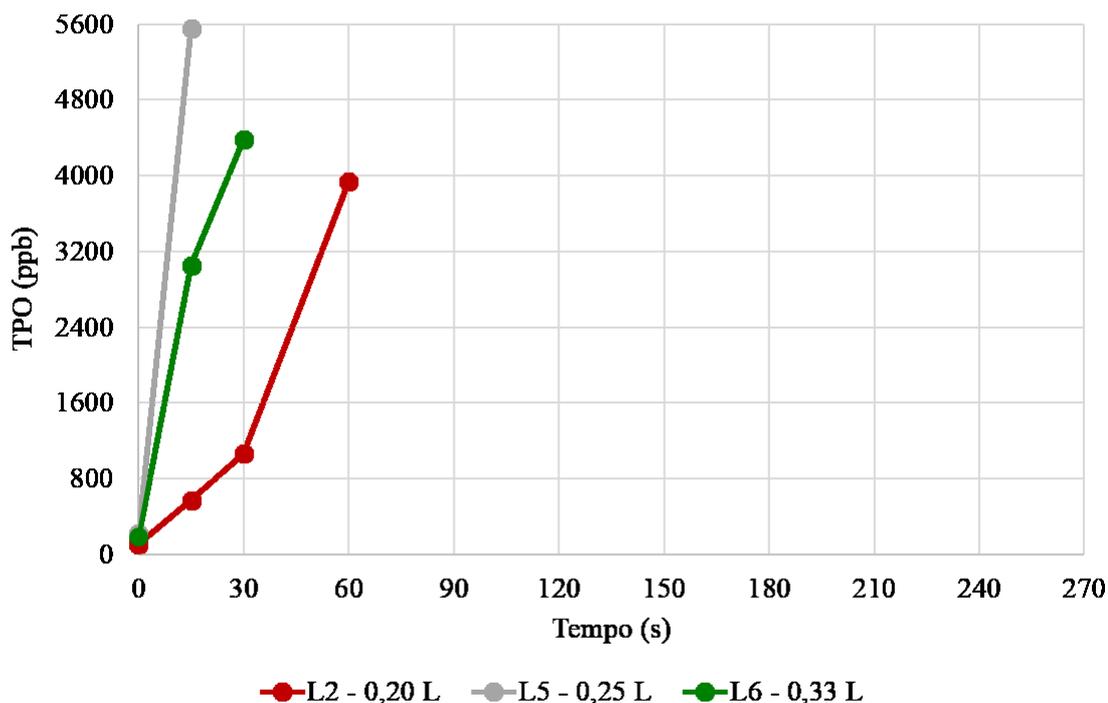


Figura 8. TPO nas diferentes linhas para cada tempo de paragem.

A especificação para o conteúdo em O_2 na cerveja indica um valor máximo de 250 ppb. Verificou-se um valor superior à especificação em todas as linhas de enchimento logo a partir dos 15 segundos de exposição. O equipamento não conseguiu medir valores superiores por já estarem fora da sua gama de leitura. A partir dos 60 segundos não foi possível a leitura em nenhuma das amostras.

Estes resultados são indicativos de incorporação de O_2 aquando da exposição ao ar. A análise sensorial efetuada avalia o impacto desta oxidação da cerveja nas suas características organoléticas.

Análise sensorial

Na análise sensorial definida internamente no SBG, o provador atribui uma avaliação global ao produto. Esta avaliação é numérica e varia entre -3 e +1 de acordo com as seguintes observações:

- 3 → Defeitos tão graves que requerem ação imediata
- 2 → Defeitos não aceitáveis para este tipo de produto
- 1 → Defeitos aceitáveis para este tipo de produto (Não suficientemente satisfatório - NSS)
- 0 → Normal para este tipo de produto (Satisfatório)
- +1 → Ótima qualidade

A análise sensorial foi realizada o mais rapidamente após a recolha das amostras. Calculou-se a média da avaliação global dos provadores para cada tipo de produto analisado. Produto com uma média igual ou inferior a -1 é considerado não suficientemente satisfatório. O gráfico da Figura 10 representa a média da avaliação global dos provadores para cada produto à medida que aumenta o tempo de paragem da linha.

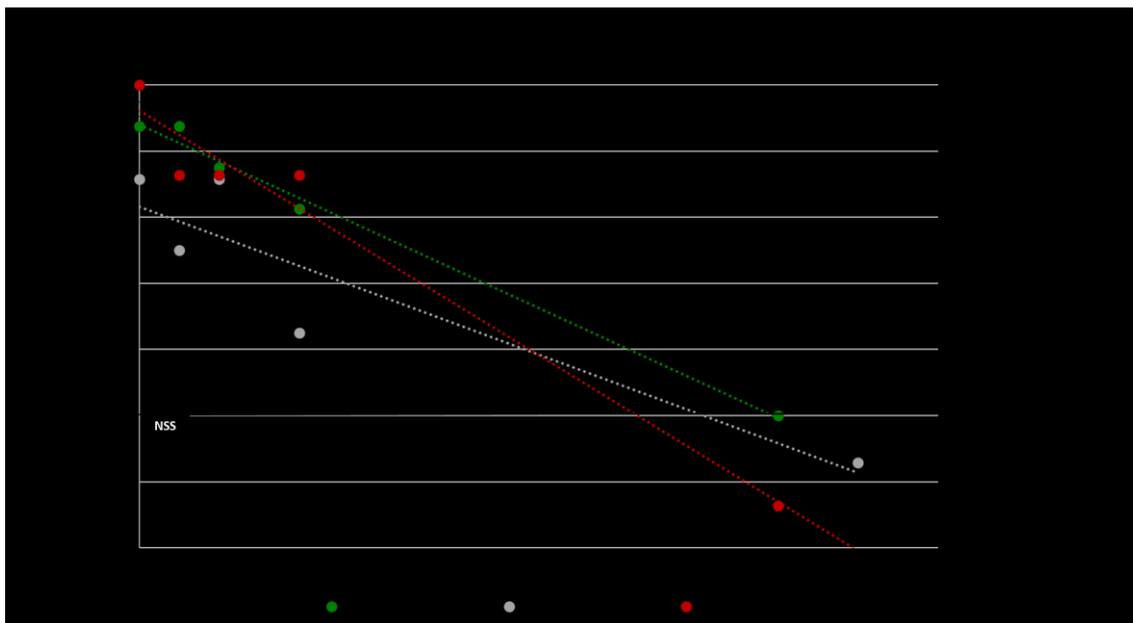


Figura 9. Média da avaliação global dos provadores para cada produto à medida que aumenta o tempo de paragem.

A partir das equações das retas obtidas concluiu-se que para SB 0,20 L o produto é considerado não suficientemente satisfatório a partir de uma exposição de 3,1 minutos. Já a SB 0,25 L tolera uma paragem até 3,5 minutos. Por último, com SB 0,33 L apenas as paragens na linha superiores a 4 minutos tornam o produto não satisfatório, pois o efeito da oxidação fica mais diluído no maior volume.

Previamente a estes ensaios, em maio de 2018, já tinham sido realizados testes preliminares com SB 0,20 L e SB 0,33 L. Os respetivos resultados sugerem que o produto é considerado não suficientemente satisfatório após 20 segundos de exposição ao ar para referências 0,20 L e após 1,5 minutos de exposição para referências 0,33 L.

A disparidade entre os resultados obtidos nos dois testes poderá estar relacionada com o tipo de cápsula utilizada. Os ensaios mais recentes, contrariamente aos de maio de 2018, tiveram como alvo garrafas com cápsulas com *scavenger*. Como já foi referido, estas cápsulas são constituídas por *liners* que contêm aditivos à base de sulfitos capazes de

adsorver o oxigénio presente no espaço de cabeça da garrafa, assim como aquele que poderá entrar na garrafa ao longo do tempo de vida da cerveja. Assim, é mais provável que a cerveja das amostras com cápsulas *scavenger* possa ser rejeitada com maiores tempos de exposição ao O₂ e, conseqüentemente, os resultados ao nível da análise sensorial sejam mais satisfatórios.

A conclusão deste estudo passará por estabelecer os tempos de rejeição para TR e TP e eventualmente considerando a capacidade da garrafa. Há, no entanto, ainda uma avaliação em curso referente ao impacto que este critério terá nos custos do produto, com base no orçamento de 2019.

7. Controlo de capsulagem “coroa”

Controlar a capsulagem é essencial para garantir a estanquicidade do produto na garrafa. A capsulagem aberta é um risco para a qualidade da cerveja, no sentido em que pode levar à perda de CO₂ do produto. A capsulagem fechada é um risco de segurança alimentar devido à probabilidade de quebrar a marisa da garrafa e haver vidros no interior do produto. No controlo do produto com cápsulas “coroa” é efetuada inspeção visual, medição do DC e medição da pressão de retenção.

A alteração das matrizes de capsulagem dos capsuladores industriais de 28,30 mm para 28,15 mm foi uma medida implementada com o objetivo de combater a capsulagem aberta. De facto, a utilização de matrizes 28,15 mm ou 28,10 mm é recomendada pelos fornecedores de cápsulas para cápsulas “coroa” com espessura de 0,18 mm, que são as utilizadas no SBG. Potencialmente, as matrizes de capsulagem mais apertadas serão mais adequadas às cápsulas, pois centram o DC no alvo da especificação.

7.1. Metodologias para controlo da capsulagem “coroa”

De maneira a avaliar o impacto da alteração das matrizes para 28,15 mm, analisou-se o teor em CO₂ de garrafas armazenadas como testemunhos com data de enchimento posterior à data de alteração das matrizes de capsulagem.

Para além disso, o nível de CO₂ e o diâmetro de capsulagem foram quantificados em amostras de produto fresco de todas as linhas de enchimento. Todas as linhas estavam a funcionar com matrizes em inox de 28,15 mm.

As metodologias para efetuar este controlo (Tabela 6) foram definidas exclusivamente para a realização deste trabalho.

Tabela 6. Metodologias aplicadas para controlo da capsulagem “coroa”.

	<u>CO₂ testemunhos</u>	<u>CO₂ e DC por linha de enchimento</u>
EQUIPAMENTO	<ul style="list-style-type: none"> ○ Medidor de CO₂ da Anton-Paar – Carbo QC 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Régua de DC calibrada ○ Medidor de CO₂ da Anton-Paar – Carbo QC
TÉCNICA	<p>I. Recolher amostras dos testemunhos com data de lote de 3, 6, 9 e 12 meses após a data de alteração das matrizes de capsulagem de 28,30 mm para 28,15 mm. Se possível, para cada data recolher duas amostras por cada linha de enchimento, uma com cápsula do fornecedor Can Pack e outra com cápsula do fornecedor New Box.</p> <p>II. Medir o nível de CO₂ (Anexo II) em todas as amostras recolhidas.</p>	<p>I. Retirar uma amostra por cabeça após a enchedora.</p> <p>II. Medir o DC de cada amostra.</p> <p>III. Colocar as amostras no pasteurizador.</p> <p>IV. Medir o DC após pasteurização.</p> <p>V. Medir o nível de CO₂ (Anexo II) de duas garrafas. Efetuar esta medição mensalmente até esgotar as amostras recolhidas.</p>

7.2. Resultados e discussão do controlo da capsulagem “coroa”

CO₂ testemunhos

Na Figura 11 estão representados os resultados das medições da quantidade de CO₂ em testemunhos com data de produção de 3, 6, 9 e 12 meses após a alteração das matrizes de capsulagem. No eixo das ordenadas encontra-se a concentração de CO₂ (g/L) e no eixo das abcissas, o tempo após a data de produção (em meses). Os resultados estão divididos por linhas de enchimento.

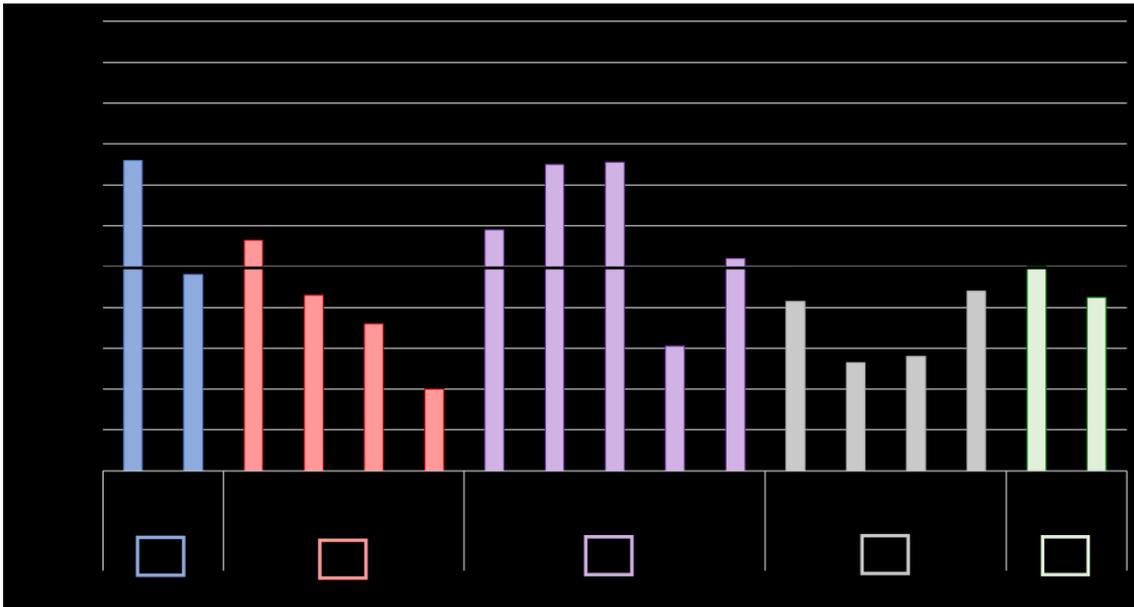


Figura 10. Concentrações de CO₂ nos testemunhos das diferentes linhas de enchimento.

Segundo as medições efetuadas, a L5 é a linha de enchimento com valores de [CO₂] mais baixos. De facto, todos os testemunhos recolhidos desta linha apresentaram resultados abaixo do limite inferior da especificação (linha preta - 5,0 g/L). A L5 foi a primeira a sofrer a alteração das matrizes de capsulagem para 28,15 mm. Como tal, as amostras recolhidas dos testemunhos desta linha são mais antigas comparativamente com as amostras das restantes linhas, justificando-se assim a maior perda de CO₂.

Nas L3 e L5, é possível observar um aumento da concentração de CO₂, após a sua descida. Este aumento pode ser justificado pelo facto das amostras recolhidas serem de lotes de produção diferentes. Assim, são suscetíveis de ter uma concentração inicial de CO₂ diferente.

Na Figura 12 os resultados estão divididos de acordo com o fornecedor de cápsulas. O SBG tem dois fornecedores de cápsulas “coroa”: New Box e Can Pack.

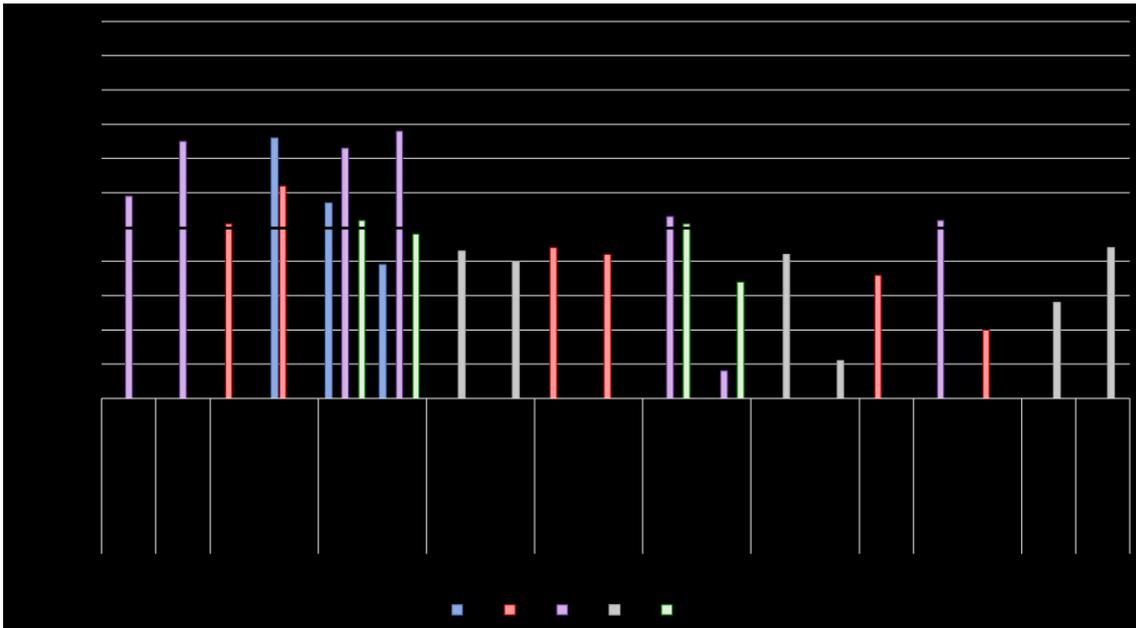


Figura 11. Concentrações de CO₂ nos testemunhos com cápsula de diferentes fornecedores: New Box e Can Pack.

Comparando os valores, por linha, da New Box e da Can Pack pode-se concluir que a perda de CO₂ ocorre mais acentuadamente, para a maioria das linhas, 4 meses após a produção, independentemente do fornecedor de cápsulas.

O controlo do diâmetro de capsulagem efetuado nas linhas de enchimento consiste na utilização de um calibre “passa-não-passa” em que todas as garrafas têm de passar na posição “passa” e nenhuma garrafa pode passar na posição “não passa”. Após a alteração das matrizes de capsulagem, estes calibres não eram os adequados, pois estavam adaptados para diâmetros de capsulagem mais elevados. Os calibres só foram alterados mais tarde, o que pode justificar os valores mais baixos de CO₂ a partir dos 4 meses após produção, visto que o controlo do diâmetro de capsulagem não permitia reconhecer que a capsulagem estava mais aberta do que o estabelecido.

CO₂ e DC por linha de enchimento

Conforme demonstrado na Figura 13, as amostras recolhidas da L5 mostram uma média de diâmetro de capsulagem superior ao limite máximo da especificação (28,8 mm), quer antes, quer após pasteurização. Já as amostras recolhidas da L2 mostram também uma média de DC ligeiramente superior ao limite especificado. Como tal, é esperado que o resultado das medições mensais do nível de CO₂ nas garrafas das L2 e L5 não sejam favoráveis. Ou seja, espera-se obter valores inferiores à especificação, dado que estamos

perante garrafas com uma capsulagem mais aberta que torna mais provável a perda de CO₂.

A média do DC das amostras recolhidas nas restantes linhas encontra-se dentro da especificação (28,6 mm – 28,8 mm). No entanto, em todos os casos ocorre uma ligeira subida no DC após pasteurização. Tal acontece porque as garrafas são sujeitas a temperaturas elevadas dentro do pasteurizador podendo levar à abertura da capsulagem. Pelo histórico, esta abertura é, no máximo, de 0,1 mm durante a pasteurização.

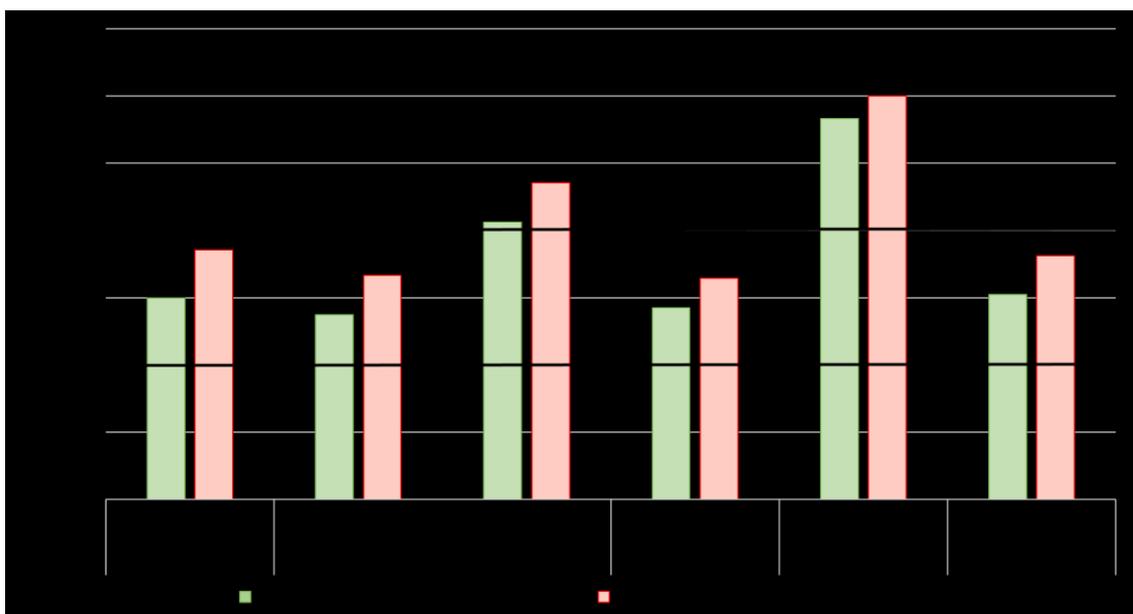


Figura 12. Média do DC das amostras recolhidas nas diferentes linhas de enchimento em outubro de 2018.

Na Figura 14 estão representados os resultados da medição da concentração de CO₂ nas amostras recolhidas. No gráfico são evidentes os valores mais baixos de [CO₂] a partir dos 6 meses após a data de produção. De facto, os valores de [CO₂] mantêm-se constantes, sem variações significativas, até à última medição efetuada no mês de abril. As únicas exceções são as L2 e L5. No caso destas linhas, o nível de CO₂ apresentou reduções significativas a partir dos 5 meses após produção (mês de março). Como referido anteriormente, as amostras recolhidas destas linhas tinham um DC superior ao esperado. Deste modo, justifica-se os valores mais reduzidos de CO₂ dada a potencial perda de gás causada por uma capsulagem mais aberta. Os valores de [CO₂] voltam a subir no mês seguinte, mas não atingem o limite mínimo da especificação.

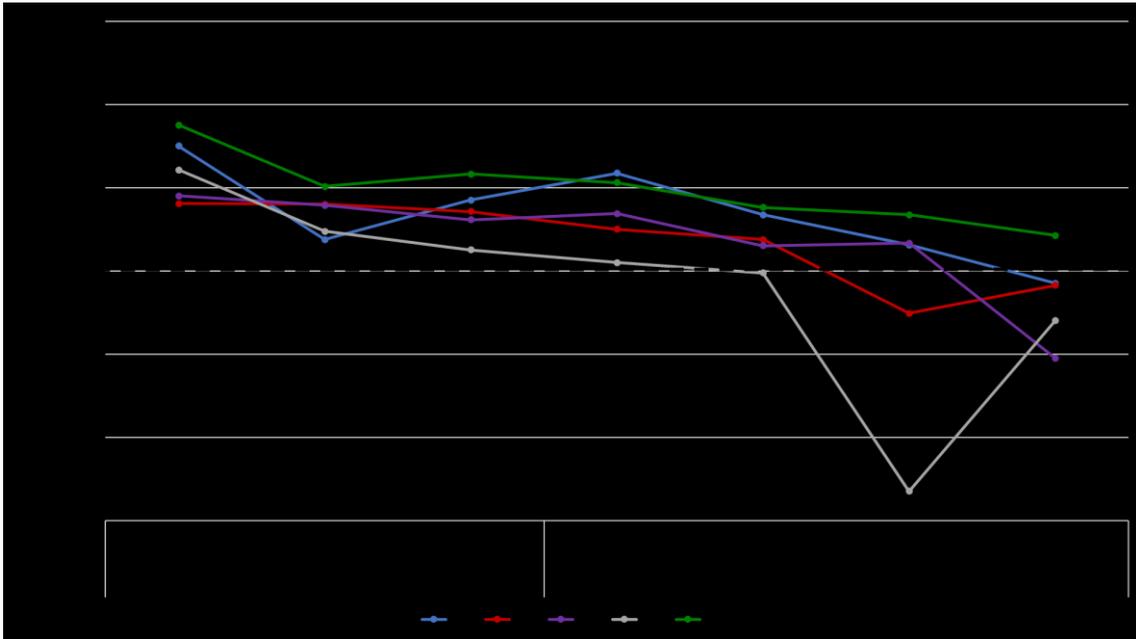


Figura 13. Medições mensais do nível de CO₂ em amostras das diferentes linhas de enchimento recolhidas em outubro de 2018.

Os resultados apresentados são referentes a amostras retiradas das linhas de enchimento em outubro de 2018. Nesta data, todas as linhas operavam com matrizes de inox de 28,15 mm. Mais tarde, as matrizes foram alteradas para matrizes de cerâmica de 28,10 mm. Assim, foram retiradas novas amostras em abril de 2019 e efetuou-se a mesma metodologia de maneira a ser possível comparar os resultados obtidos. A Figura 15 mostra os diâmetros de capsulagem das amostras retiradas das linhas de enchimento após pasteurização em abril de 2019, com todas as linhas dentro da especificação.

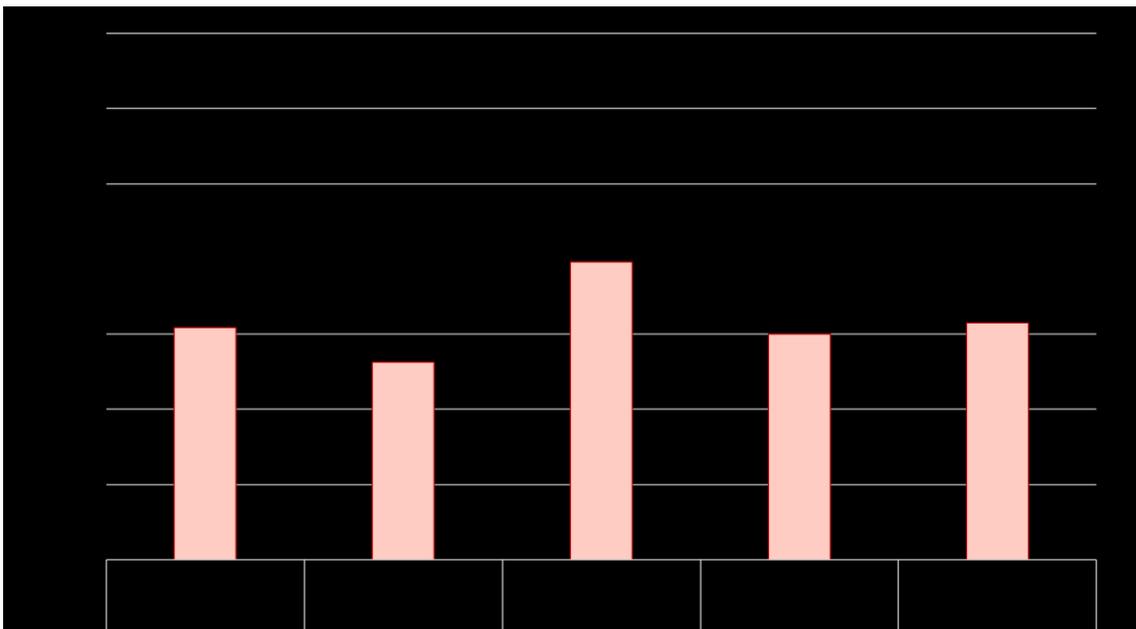


Figura 14. Média do DC das amostras recolhidas nas diferentes linhas de enchimento em abril de 2019.

A Figura 16 mostra o resultado das medições de CO₂ entre os meses de abril e junho de 2019. Com apenas 3 pontos não é possível fazer uma comparação da evolução da perda de CO₂ ao longo do tempo. Para isso serão necessárias medições até setembro de 2019 para verificar se há melhorias no nível de CO₂ ao fim de 6 meses. É de realçar que agora os calibres “passa-não-passa” utilizados no controlo de capsulagem das linhas de enchimento já são adequados para as especificações atuais de diâmetro de capsulagem.

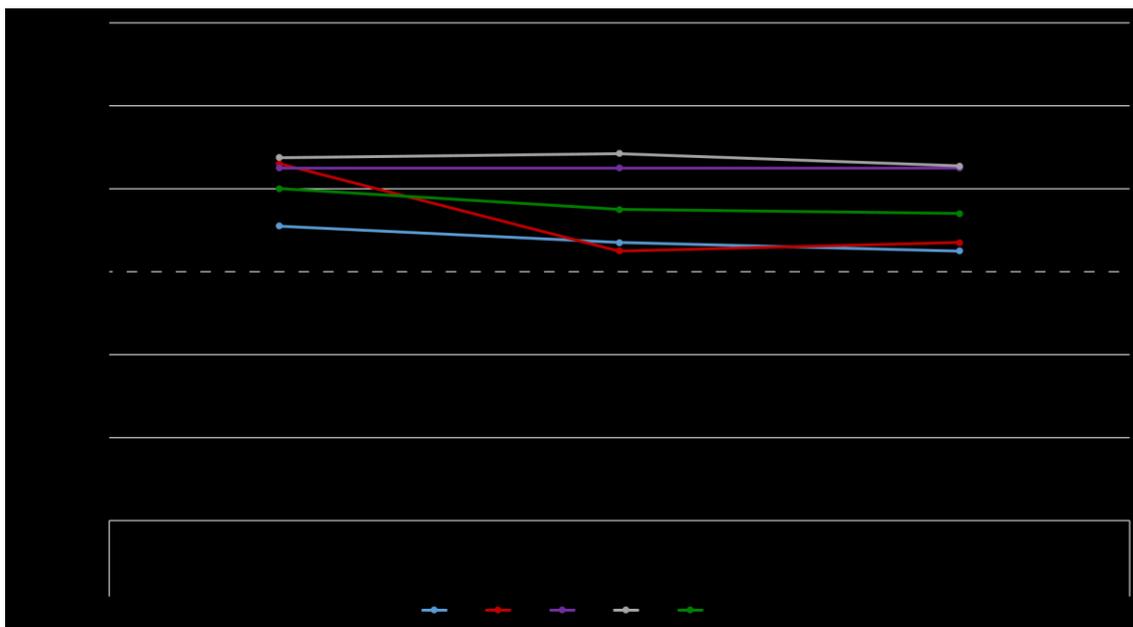


Figura 15. Medições mensais do nível de CO₂ em amostras das diferentes linhas de enchimento recolhidas em abril de 2019.

8. Formação de pó durante a capsulagem “coroa”

As cápsulas com decoração integral e com revestimento de tinta na saia (como é o caso das cápsulas de Somersby) são as mais suscetíveis a gerar pó. A Figura 17 mostra o capsulador da L2 antes do arranque do enchimento de Somersby (Figura 17A) e após o enchimento de, aproximadamente, 100 mil garrafas (Figura 17B). Na Figura 17B observa-se no capsulador o pó amarelado libertado das cápsulas de Somersby.

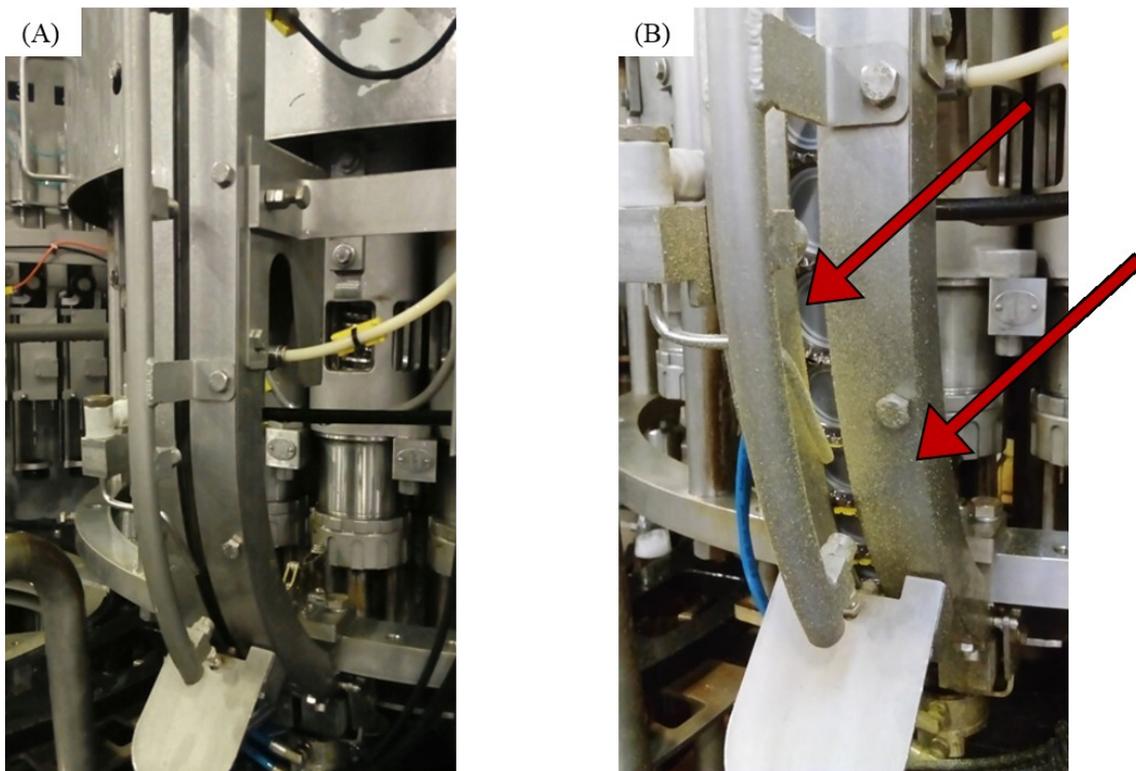


Figura 16. (A) Capsulador antes do arranque do enchimento. (B) Capsulador após o enchimento de 100 000 garrafas. As setas evidenciam o pó amarelo libertado das cápsulas Somersby.

Outra questão provocada pela decoração integral das cápsulas está relacionada com a saída de tinta da saia da cápsula aquando da capsulagem, devido ao atrito entre a cápsula e a matriz de capsulagem. De maneira a reduzir o impacto deste problema procedeu-se à alteração das matrizes de inox para matrizes de cerâmica.

As matrizes de capsulagem estão continuamente em contacto com as cápsulas, estando assim sujeitas a um ambiente abrasivo. A utilização das mesmas matrizes de capsulagem durante um longo período de tempo irá levar ao seu desgaste e, consequentemente, a um aumento da sua rugosidade e dos defeitos superficiais, o que conduz a uma maior abrasão (35).

Por motivos de confidencialidade, os fornecedores de matrizes de capsulagem não disponibilizam informações acerca da composição e das propriedades das mesmas. Os materiais de cerâmicos são, de uma maneira geral, considerados resistentes ao desgaste e à corrosão (36, 37).

A Figura 18 compara as falhas de tinta nas cápsulas de Somersby após enchimento com matrizes de inox (Figura 18A) e após enchimento com matrizes de cerâmica (Figura 18B). Para a comparação ser fidedigna, as cápsulas utilizadas em ambos os enchimentos foram do mesmo fornecedor (New Box). As fotos comprovam que a utilização de

matrizes cerâmicas contribuiu para a redução da abrasão. Como tal, as falhas de tinta são significativamente menores na Figura 18B.

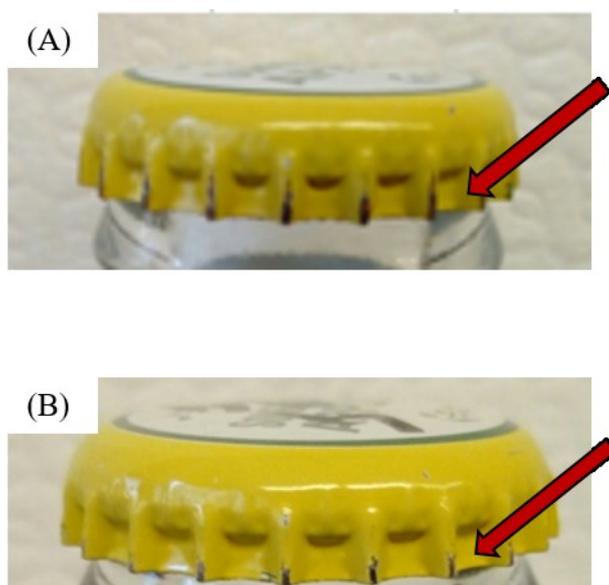


Figura 17. Falhas de tinta em cápsulas Somersby. (A) Enchimento com matrizes de inox. (B) Enchimento com matrizes cerâmicas.

8.1. Metodologia para quantificar o pó libertado pelas cápsulas “coroa”

Foi implementado o “tumbling test”, isto é, um método utilizado para quantificar o pó libertado pelas cápsulas. Neste teste determina-se a perda de verniz em 25 cápsulas coroa. Para tal, é utilizado um tambor rotativo que simula a ação mecânica que as cápsulas sofrem na linha de enchimento. Aplicou-se este método em cápsulas de Somersby, SB Stout, SB Original 2 cores e SB Original IDR.

O procedimento para efetuar esta quantificação (Tabela 7) consiste na adaptação e atualização de um método já existente na empresa.

Tabela 7. Metodologia para quantificar o pó libertado pelas cápsulas.

EQUIPAMENTO	<ul style="list-style-type: none"> ○ Balança analítica (tolerância $\pm 1\text{mg}$) ○ Tambor rotativo ○ Bico de ar comprimido ○ Pano seco 	<p style="text-align: center;">Tambor rotativo</p> 
TÉCNICA	<ol style="list-style-type: none"> I. Limpar cuidadosamente 25 cápsulas utilizando um bico de ar comprimido e um pano seco. II. Pesar as cápsulas numa balança analítica. III. Colocar as cápsulas no tambor rotativo, ligá-lo e definir 1000 voltas (aproximadamente 50 minutos). IV. Retirar as cápsulas e limpá-las cuidadosamente novamente utilizando um bico de ar comprimido e um pano seco. V. Pesar novamente as cápsulas numa balança analítica. VI. Calcular a libertação de pó pela seguinte fórmula: $V = P_1 - P_2$, sendo que V = Perda de verniz (mg/25 cápsulas) P_1 = Peso antes da ação mecânica (mg) P_2 = Peso depois da ação mecânica (mg) 	

8.2. Resultados e discussão da quantificação do pó libertado pelas cápsulas “coroa”

Tal como previsto, as cápsulas com revestimento de tinta na saia apresentam uma maior perda de verniz. De facto, as cápsulas menos decoradas (SB Original 2 cores) são as que perdem menos verniz. Seguem-se as cápsulas de SB Stout, as cápsulas de Somersby e, por último, as cápsulas SB Original IDR são as que perdem uma maior quantidade de verniz (Tabela 8).

Tabela 8. Resultados relativos aos “tumbling test” em cápsulas de Somersby, SB Stout, SB Original 2 cores e SB Original IDR.

			42956,5	42941,5	15,0	
Somersby	25	1000	44527,3	44514,9	12,4	13,5
			44460,3	44447,3	13,0	
			44039,3	44026,6	12,7	
SB Stout	25	1000	44039,0	44026,2	12,8	13,1
			44028,3	44014,6	13,7	
			43627,7	43616,8	10,9	
SB Original 2 cores	25	1000	43510,0	43498,2	11,8	11,1
			43689,0	43678,4	10,6	
			43484,7	43765,2	14,4	
SB Original IDR	25	1000	43859,2	43842,2	17,0	15,7
			43800,2	43784,6	15,6	

Todos os resultados se encontram dentro da especificação definida na “Special Technical Supply and Procurement Specifications (STLB) for Crown Corks” pela Deutscher Brauer-Bund e pela Verband Metallverpackungen (25). Esta especificação varia entre 20 mg e 35 mg, consoante se trata de cápsulas menos ou mais decoradas.

Visto que os resultados obtidos foram os previstos, o “tumbling test” poderá ser um novo método utilizado aquando do controlo de qualidade de cápsulas, da aprovação de novas cápsulas e em situações de resolução de problemas.

8.3. Metodologia de limpeza ao capsulador

O processo de introdução no mercado da cápsula SB Original IDR como substituta da cápsula SB Original 2 cores levou um aumento da formação de pó aquando do enchimento da cerveja, devido à sua decoração integral. De maneira a reduzir os potenciais riscos para a segurança alimentar, procurou-se estabelecer um procedimento de limpeza ao capsulador.

A metodologia para efetuar este controlo (Tabela 9) foi definida exclusivamente para a realização deste trabalho.

Tabela 9. Metodologia de limpeza ao capsulador.

EQUIPAMENTO	<ul style="list-style-type: none">○ Mangueira de pressão○ Bico de ar comprimido
TÉCNICA	<ol style="list-style-type: none">I. Efetuar o corte de garrafas à entrada da enchedora.II. Retirar as cápsulas da calha de forma manual.III. Limpar a calha com água utilizando a mangueira de pressão (ter em atenção que a água não pode entrar na tremonha).IV. Soprar a calha com ar comprimido para retirar o excesso de água.V. Registrar o tempo de limpeza ao capsulador.

8.4. Resultados e discussão da limpeza ao capsulador

Primeiramente, foi necessário estabelecer qual a frequência adequada para efetuar o procedimento de limpeza. Para tal, avaliou-se o estado do capsulador 6 h, 12 h e 24 h após a limpeza (Figura 19).

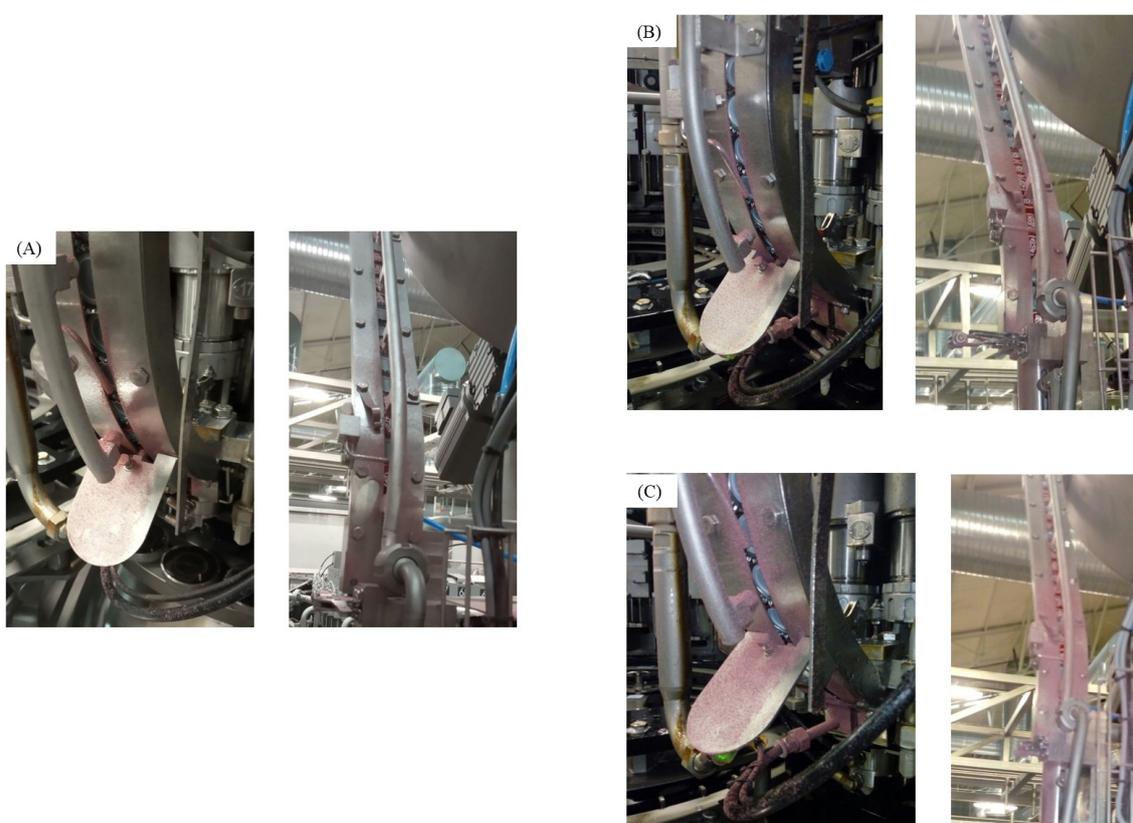


Figura 18. (A) Capsulador e calha de transporte 6 h após limpeza. (B) Capsulador e calha de transporte após 12 h de limpeza. (C) Capsulador e calha de transporte 24 h após limpeza.

A avaliação da limpeza consistiu numa inspeção visual do pó encontrado no capsulador e na calha de transporte. Após 6 h sem limpeza, o pó estava presente em quantidades reduzidas. A diferença do estado do capsulador e da calha de transporte nas 12 h e nas 24 h não foi considerada significativa. Deste modo, foi estabelecido que a frequência ideal para efetuar o procedimento de limpeza é de 24 em 24 horas. Esta decisão baseou-se na premissa de estabelecer o intervalo mais longo possível entre limpezas para evitar paragens das linhas de enchimento.

9. Força de abertura de cápsulas “pull-off”

Como já foi referido anteriormente, as cápsulas “pull-off” podem ser abertas sem recurso a nenhum utensílio (abertura fácil). Aquando da sua abertura, basta puxar a anilha para a cápsula abrir. A cápsula deverá desenrolar-se ao longo das marcas presentes na própria cápsula. Caso se desenrole noutras direções vai originar um corte “em V”, como exemplificado na Figura 20. Não seguir o procedimento adequado para a abertura das cápsulas “pull-off” poderá levar a cortes “em V”, mesmo quando a cápsula se encontra em perfeitas condições.



Figura 19. Exemplo de “cortes em V” em cápsulas “pull-off”.

O procedimento recomendado para a abertura das cápsulas “pull-off” consiste em direcionar a anilha para a frente para depois puxá-la para trás enquanto se mantém o polegar por cima da cápsula. A este processo dá-se o nome de “Abertura Reversa”. Na Figura 21 é possível comparar o método de abertura correto (Figura 21A) com um método de abertura incorreto (Figura 21B).



Figura 20. (A) Método de abertura correto. (B) Método de abertura incorreto.

De maneira a verificar a qualidade da capsulagem pode-se medir a força de abertura da cápsula. Para tal, há a hipótese de utilizar um dinamómetro automático equipado com um gancho. O gancho é encaixado num equipamento que inclui um sensor de tração, sendo que todo o equipamento é motorizado (Figura 22).

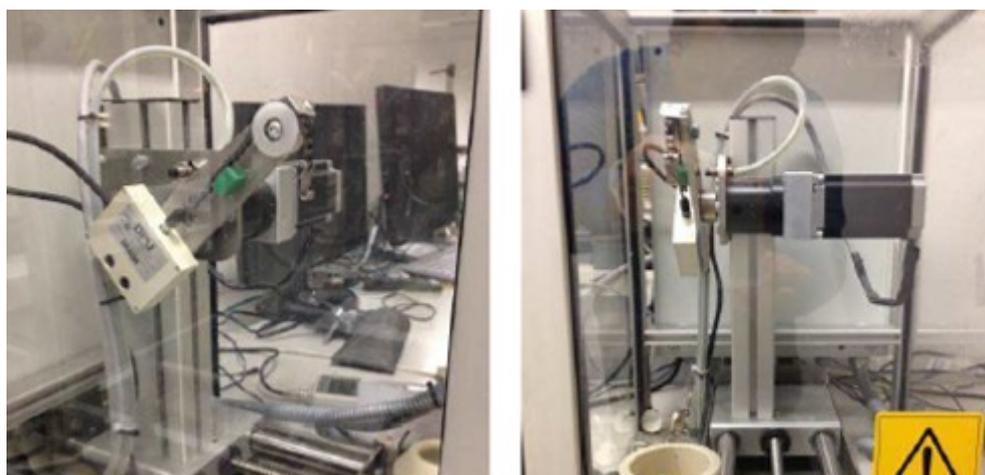


Figura 21. Exemplo de um dinamómetro automático utilizado para medir a força de abertura de cápsulas “pull-off”.

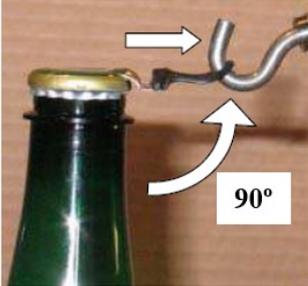
O dinamómetro tem a capacidade de medir a força horizontal e a força vertical. A força horizontal é a força aplicada quando a anilha está num ângulo de 90° em relação à garrafa. Já a força vertical é a força aplicada quando a anilha cria um ângulo de 210° com a garrafa e a cápsula é puxada até se desprender.

9.1. Metodologia para medir a força de abertura de cápsulas “pull-off”

Para o controlo da abertura das cápsulas “pull-off”, testou-se um método de medição da força de abertura destas cápsulas, baseado no funcionamento de um dinamómetro automático, mas com recurso a um dinamómetro manual disponível no laboratório.

O procedimento para efetuar esta medição (Tabela 10) consiste na adaptação e atualização de um método já existente na empresa.

Tabela 10. Metodologia para medir a força de abertura de cápsulas “pull-off”.

<p>EQUIPAMENTO</p>	<p>○ Dinamómetro calibrado, Chatillon DFX II</p>	<p>Dinamómetro Chantillon DFX II</p> 
<p>TÉCNICA</p>	<ol style="list-style-type: none"> I. Manter a garrafa com a base assente sobre uma superfície horizontal durante todo o processo de análise. II. Ligar o dinamómetro e garantir que está selecionado o modo T-PK N (registo de máximos de força). Caso seja necessário alterar o modo de determinação ou as unidades de leitura, pressionar respetivamente a tecla “Peak” e a tecla “Units” até ter as opções corretas no ecrã. III. Antes de iniciar a medição pressionar a tecla “0” (zero). IV. Rodar a argola da cápsula para a frente (na direção horizontal), 90° relativamente ao eixo da garrafa, engatar o gancho do dinamómetro e puxar nesse sentido apenas o suficiente para desprender gás da garrafa e rasgar a zona pré-fendida (Figura A). V. Anotar a indicação da força máxima exercida no dinamómetro (Força Horizontal). VI. Pressionar a tecla “0”. VII. Puxar a argola para cima de maneira a formar um ângulo de 210° relativamente ao eixo da garrafa, até à extração da cápsula (Figura B). VIII. Anotar a indicação da força máxima exercida no dinamómetro (Força Vertical). <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>(A)</p>  <p>(A) Força horizontal.</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>(B)</p>  <p>(B) Força vertical.</p> </div> </div>	

9.2. Resultados e discussão da medição da força de abertura de cápsulas “pull-off”

De modo a implementar o método descrito para determinação da força de abertura de cápsulas “pull-off”, realizaram-se várias medições para verificar se os resultados obtidos seriam reprodutíveis.

Efetuuou-se a medição em quatro lotes de produção diferentes. Foram testadas 10 garrafas de cada lote. Os resultados obtidos para a força horizontal estão representados no gráfico da Figura 23.

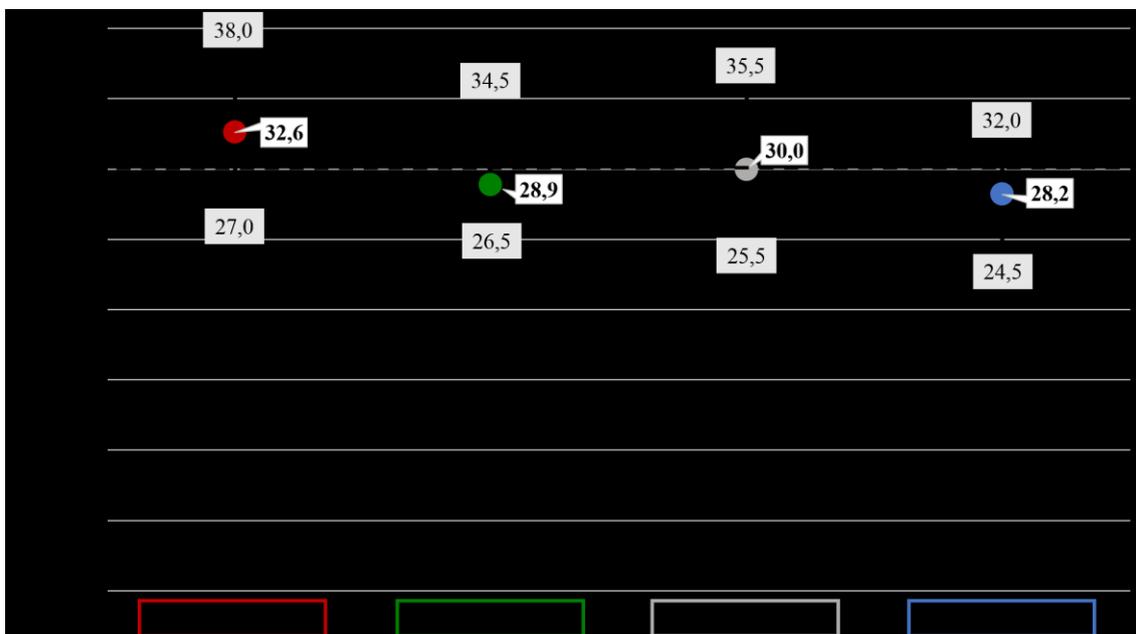


Figura 22. Valores médios, mínimos e máximos da força horizontal nos quatro lotes de produção. Limites mínimo (11,0 N) e máximo (30,0 N) marcados pelas linhas a tracejado.

Segundo o fornecedor de cápsulas, o limite mínimo para a força horizontal é de 11,0 N e o limite máximo de 30,0 N. Apenas no primeiro lote o valor médio da força vertical se encontra acima do limite máximo especificado. No entanto, todos os valores máximos estão posicionados acima do limite máximo.

Os resultados obtidos para a força vertical estão representados no gráfico da Figura 24.

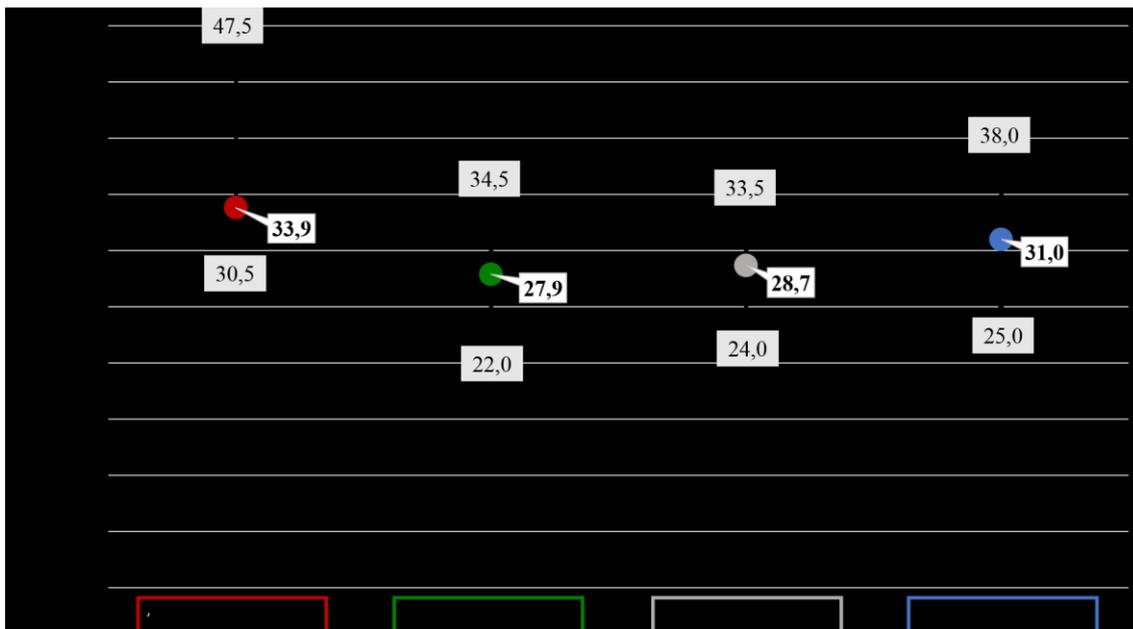


Figura 23. Valores médios, mínimos e máximos da força vertical nos quatro lotes de produção. Limite máximo (38,0 N) a tracejado.

Todos os valores médios de força vertical se encontram abaixo do limite máximo da especificação (38,0 N). O valor máximo do primeiro lote de produção é o único ponto acima do limite especificado.

Como foi referido anteriormente, os valores de força horizontal do primeiro lote também são superiores aos dos restantes lotes. Assim, pode-se concluir que este lote de produção é uma exceção à regra e inclui cápsulas cuja força necessária para a sua abertura é superior ao especificado.

Tanto os resultados da força horizontal como os resultados da força vertical apresentam valores máximos e mínimos muito distintos. Ou seja, o desvio-padrão dos resultados obtidos é elevado. Tal é derivado do erro do operador, pois o método é executado manualmente. O método utilizado é dependente da força e da técnica efetuada pelo operador em questão. Para os resultados serem reproduzíveis as medições têm de ser sempre efetuadas pelo mesmo operador, nas mesmas condições.

10. Qualidade de colagem das caixas

Um dos parâmetros a ter em conta na qualidade de colagem das caixas é a força necessária para proceder à sua abertura. O SBG não tem nenhum método implementado para fazer esta medição. Assim, a pedido da empresa, o fornecedor da cola a quente

utilizada na colagem das caixas efetuou vários ensaios com o objetivo de introduzir um novo método para definir limites de especificação de força de abertura de caixas. No entanto, concluiu-se que o método sugerido pelo fornecedor não seria o mais adequado. Como tal, foram utilizados equipamentos já presentes na empresa para implementar um método para medição da força de abertura das caixas.

○ ENSAIOS FORNECEDOR DE COLA

Os ensaios de força foram realizados utilizando um dinamómetro Tinius Osen (H10KT) com uma célula de carga até 1000 N (velocidade de subida de 300 mm/min). Devido a limitações do equipamento e ao tipo de colagem nas caixas, foi necessário dividir a caixa em várias partes para realizar os ensaios. Dependendo do tipo de caixa testado, o número de pontos de cola por área é variável (Figura 28):

Topo → dividido em três partes com dois pontos de cola cada

Lateral topo → dividido em duas partes com dois pontos de cola cada

Lateral base → dividido em duas partes com dois pontos de cola cada

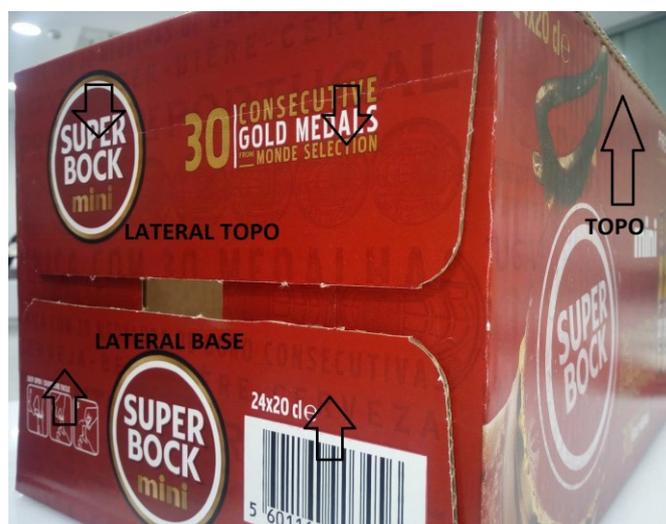


Figura 24. Exemplo de divisão de uma caixa 24x20 cl para ensaios de força de abertura.

Concluiu-se que o equipamento utilizado não é o mais adequado para este tipo de medição, pois este consegue abrir os pontos de cola no sentido vertical, mas o que rasga é o cartão. Deste modo, os pontos de cola não são destruídos, tal como é pretendido. Ou seja, esta medição não reproduz a abertura manual das caixas feita pelo consumidor. A Figura 26A mostra o equipamento, sendo que a seta vermelha indica o sentido do

movimento da garra de fixação. Na Figura 26B estão alguns exemplos de *tearing* (rasgamento) das fibras do cartão nos ensaios realizados.

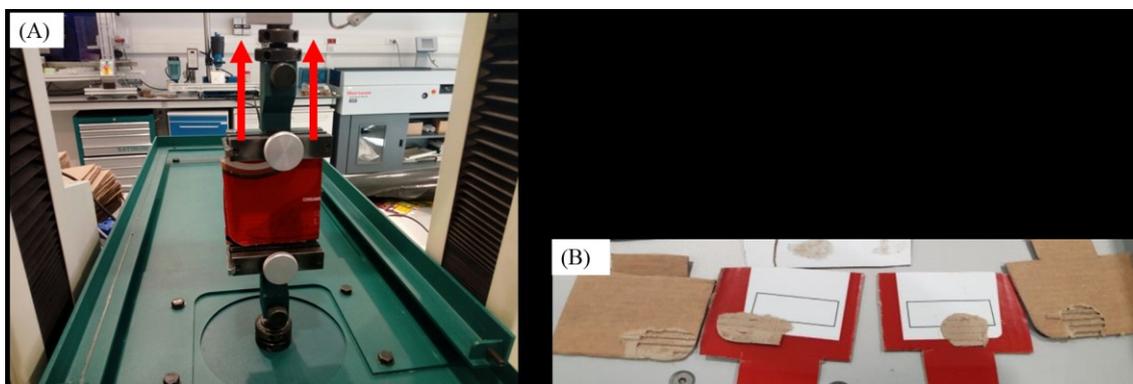


Figura 25. (A) Dinamómetro Tinius Olsen (H10KT). **(B)** Exemplo de *tearing*.

Como os materiais já estão aplicados e não é possível saber qual o comprimento do cordão de cola, os valores obtidos são meramente exemplificativos da força total necessária para separar os materiais.

Devido às limitações do método, os resultados acabam por não ser significativos para o trabalho em questão, não sendo possível tirar conclusões nem estabelecer especificações apenas com os dados disponibilizados pelo fornecedor.

10.1. Metodologia para medir a força de tração de abertura das caixas

Como o método anterior não foi considerado o mais adequado para realizar esta medição, recorreu-se aos equipamentos do SBG para reavaliar a implementação de outro método, já existente, mais próximo da abertura manual por parte do consumidor.

O procedimento para efetuar esta medição (Tabela 11) consiste na adaptação e atualização desse método já existente na empresa.

Tabela 11. Metodologia para medir a força de tração das caixas.

EQUIPAMENTO	<ul style="list-style-type: none"> ○ Dinamómetro calibrado, Chatillon DFX II (Figura 23) ○ Presilha/grampo ○ Plataforma deslizante própria para caixa e dinamómetro
TÉCNICA	<p>I. Colocar a caixa no suporte e colocar a presilha na aba a testar (as abas devem identificadas como na Figura abaixo).</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>II. Encaixar o adaptador da presilha no gancho do dinamómetro e puxar a alavanca suavemente até o engate estar posicionado paralelamente à superfície do suporte.</p> <p>III. Ligar o dinamómetro e garantir que está selecionado o modo T-PK N (registro máximo de força). Caso seja necessário alterar o modo de determinação ou as unidades de leitura, pressionar respetivamente a tecla “Peak” e a tecla “Units” até aparecerem as opções corretas no ecrã.</p> <p>IV. Pressionar a tecla “ø” no dinamómetro (zero).</p> <p>V. Puxar a alavanca condutora da plataforma deslizante de uma só vez até rompimento dos pontos de colagem (não é necessária força excessiva e o movimento não deverá ser brusco).</p> <p>VI. Registrar a indicação da força máxima exercida no dinamómetro.</p> <p>VII. Repetir o processo para as restantes abas.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>(A) Visão geral do equipamento. (B) Pormenor da zona de trabalho (plataforma deslizante e suporte da caixa). (C) Presilha/grampo. (D) Plataforma deslizante com dinamómetro e alavanca manual.</p>

10.2. Resultados e discussão da medição da força de tração de abertura das caixas

O método descrito é suscetível de originar resultados com um desvio-padrão muito elevado, pois é um método que depende da ação do operador. A força exercida ao puxar a alavanca condutora da plataforma afeta os resultados obtidos. De maneira a ter resultados reprodutíveis e a reduzir o erro da medição, o método deverá ser efetuado sempre pelo mesmo operador ao longo de todo o ensaio.

Apesar das suas desvantagens, este método continua a ser preferencial ao método do fornecedor de cola. Para além de reproduzir o movimento efetuado pelo consumidor aquando da abertura manual das caixas, também destrói os pontos de cola como é pretendido.

11. Quantificação da aplicação de cola a quente

Um aspeto que afeta diretamente a qualidade de colagem das caixas é a quantidade de cola aplicada em cada caixa. Por norma, a quantificação da cola a quente em caixas é realizada pelo fornecedor de cola.

11.1. Metodologia para quantificar a aplicação de cola a quente

Esta medição tem como objetivo avaliar a quantidade de cola a quente aplicada pelo total de injetores da máquina formadora de caixas.

O procedimento para efetuar esta medição (Tabela 12) consiste na adaptação e atualização de um método já existente na empresa.

Tabela 12. Metodologia para quantificar a aplicação de cola a quente.

EQUIPAMENTO	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fita-cola de dupla face ou fita-cola de silicone ○ Balança de precisão
TÉCNICA	<p>I. Retirar da linha de enchimento uma caixa que esteja a ser produzida no momento do ensaio (a posição dos pontos de cola varia de máquina para máquina e com a afinação dos injetores). Esta caixa serve de exemplo para definir a posição dos pontos de cola (Figura abaixo).</p>  <p>II. Na caixa de teste tapar todas as áreas de contacto da cola com o cartão com fita-cola de dupla face ou de silicone (Figura abaixo).</p>  <p>III. Colocar a caixa de teste no alimentador da máquina formadora de caixas.</p> <p>IV. Parar a máquina após a cola ser aplicada e antes da caixa sair da máquina.</p> <p>V. Abrir a porta da máquina e retirar a caixa cuidadosamente.</p> <p>VI. Retirar toda a cola aplicada (já no estado sólido) sobre a fita-cola.</p> <p>VII. Pesquisar todos os pedaços de cola recolhidos numa balança de precisão.</p> <p>VIII. Efetuar o procedimento três vezes.</p> <p>IX. Calcular a média dos resultados de todas as pesagens em g/caixa.</p>

11.2. Resultados e discussão da quantificação da aplicação de cola a quente

Relativamente aos consumos de cola é recomendada pelo fornecedor de cola a aplicação duma quantidade máxima entre 1,8 g/caixa a 2,0 g/caixa. Esta recomendação é flexível consoante o tipo de caixa e a máquina formadora de caixas.

Ao quantificar a aplicação de cola a quente deve-se também ter em conta as condições de aplicação da cola, nomeadamente a sua temperatura. Na utilização de uma cola a quente é recomendado um aumento progressivo de temperaturas entre o tanque, mangueira e injetores. A recomendação do fornecedor de cola é de 170 °C no tanque e 175 °C na mangueira e injetores. Estas temperaturas são as ideais para que a cola tenha a fluidez correta, que permita a sua rápida injeção e aplicação. Mantendo estas temperaturas, é garantida a penetração da cola no cartão.

Com as temperaturas referidas, a pressão dos injetores deverá permanecer entre 2,5 e 3 bar. Caso as temperaturas utilizadas sejam mais baixas é necessária uma pressão mais elevada para aplicar a mesma quantidade de cola. Temperaturas mais elevadas e pressões mais baixas é o recomendado, pois pressões reduzidas forçam menos as bombas das máquinas, conduzindo a um menor desgaste e menos custos de manutenção.

Outra característica importante na aplicação de cola a quente é o cumprimento das zonas de reserva para a colagem. Nestas zonas, o cartão não tem verniz na sua constituição, o que torna mais eficaz a adesão da cola. Quando há pontos de cola aplicados fora da zona de reserva para colagem é importante realinhar os injetores para garantir uma boa adesão final da caixa (Figura 27).

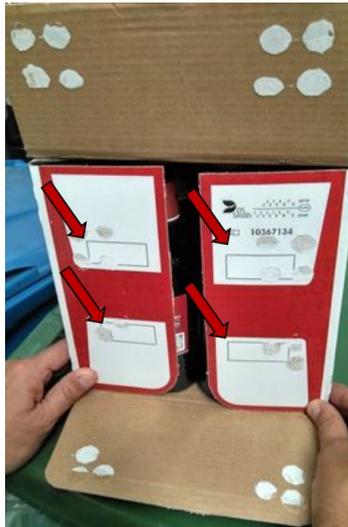


Figura 26. Exemplo de caixa com pontos de cola aplicados fora das zonas de reserva para colagem (indicadas pelas setas vermelhas).

Existem alternativas de sistemas de aplicação de cola a quente em que o próprio sistema permite a sua quantificação de maneira a ser possível um maior controlo do doseamento da cola. É o caso de um equipamento da marca Graco. A Graco é uma empresa cujos produtos movem, medem, controlam, dispensam e aplicam uma vasta gama de líquidos e matérias viscosas usadas em ambientes industriais. O equipamento em questão (Figura 28) permite fundir a cola de modo rápido e dispensa-a imediatamente. Assim, evita-se que a cola permaneça em repouso a altas temperaturas durante longos períodos de tempo. Para além disso, controla a sua viscosidade e dispensa exatamente a quantidade necessária.



Figura 27. Imagem ilustrativa do equipamento da Gaco para aplicação de cola a quente.

A HB Fuller também tem uma alternativa para aplicação de cola a quente que se destaca por ser capaz de determinar a quantidade de cola e o local de aplicação na caixa. Os gráficos gerados pelo sistema da HB Fuller permitem quantificar a cola aplicada por caixa e ainda analisar a quantidade de cola gasta por caixa ao longo do tempo, verificando o intervalo de tempo em que os valores não estão dentro dos limites especificados.

12. Resistência da cola de rotulagem das garrafas TR

Na rotulagem, aquando do enchimento de garrafas TP, é utilizada uma cola com elevada resistência à água gelada. Pelo contrário, no enchimento de garrafas TR utiliza-se uma cola pouco resistente à água gelada. Esta distinção existe de maneira a ser possível a remoção de rótulos e gargantilhas no processo de lavagem de garrafas TR, para reutilização das mesmas.

12.1. Metodologia para avaliar a resistência da cola de rotulagem das garrafas TR

Para verificar as características da cola, realizou-se um teste de resistência à água gelada da cola utilizada na L3 (linha exclusivamente TR).

A metodologia para efetuar este controlo (Tabela 13) foi definida exclusivamente para a realização deste trabalho.

Tabela 13. Metodologia para avaliar a resistência da cola de rotulagem.

EQUIPAMENTO	<ul style="list-style-type: none"> ○ Recipiente para 10 garrafas cobertas com água gelada
TÉCNICA	<ol style="list-style-type: none"> I. Recolher 10 garrafas da linha de enchimento após rotulagem. II. Colocar as garrafas na estufa a 37 °C durante 1 semana. III. Retirar as garrafas da estufa e colocá-las num recipiente com água gelada garantindo que a água cobre por completo os rótulos e as gargantilhas. IV. Verificar o estado da rotulagem e rodar as garrafas de 5 em 5 minutos. V. Registrar o tempo necessário para sair o rótulo e a gargantilha de todas as garrafas.

12.2. Resultados e discussão da avaliação da resistência da cola de rotulagem das garrafas TR

A Figura 29 é um esquema representativo da evolução da rotulagem das 10 garrafas teste ao longo de 30 minutos.



Figura 28. (A) Garrafa TR após 5 minutos em água gelada. (B) Garrafa TR após 20 minutos em água gelada. (C) Garrafa TR após 30 minutos em água gelada.

Concluiu-se então que a cola utilizada na linha TR é adequada, dado que são necessários apenas 30 minutos em água gelada para remover tanto os rótulos como as gargantilhas.

13. Consumo de cola na rotuladora

A rotuladora é uma máquina de rotação que permite colocar nas garrafas o rótulo, a gargantilha e, quando exigido, o contra-rótulo. Cada estação tem um balde de cola que poderá ser monitorizado ao nível do consumo.

13.1. Metodologia para calcular o consumo de cola na rotuladora

A determinação de cola gasta nas rotuladoras da empresa é feita através de auditorias por parte dos fornecedores de cola. Com base nestas auditorias e no método utilizado pelos fornecedores procurou-se implementar um método a ser efetuado a nível interno

sempre que seja necessário monitorizar os gastos de cola como controlo de qualidade e/ou resolução de problemas.

A metodologia para efetuar este controlo (Tabela 14) foi definida exclusivamente para a realização deste trabalho.

Tabela 14. Metodologia para calcular o consumo de cola na rotuladora.

EQUIPAMENTO	<ul style="list-style-type: none"> ○ Balança portátil
TÉCNICA	<ol style="list-style-type: none"> I. Verificar o correto funcionamento da rotuladora. II. Verificar a quantidade de cola no produto rotulado (ter em atenção a marca das escovas e a acumulação de cola). III. Pesar os baldes de cola que estão a ser usados durante o enchimento (Figura abaixo). IV. Registrar o número de garrafas rotuladas até esse momento. V. Após 1-2 h voltar a pesar os baldes de cola. VI. Registrar o número de garrafas rotuladas até esse momento. VII. Calcular a quantidade de cola gasta por número de garrafas. <div data-bbox="544 1048 1254 1653" style="text-align: center;"> </div>

13.2. Resultados e discussão do cálculo do consumo de cola na rotuladora

Um indicador do correto funcionamento da rotuladora é a sua limpeza, sem salpicos ou projeções de cola. Também é importante cumprir as boas práticas na utilização de cola,

nomeadamente manter as bombas em baixo ciclo e aproveitar os restos de cola, evitando a degradação precoce da mesma.

Para avaliar de forma mais pormenorizada a cola no produto acabado, pode-se realizar um teste de *setting time*. Para tal, são retiradas três garrafas da linha de enchimento após rotulagem e observa-se o rompimento de fibra aos 5, 10 e 15 minutos após a rotulagem (Figura 30). O *setting time* consiste no tempo necessário para ocorrer o rompimento das fibras de papel. A velocidade de *setting* depende de fatores como a quantidade de cola aplicada, a qualidade do papel, a temperatura ambiente e o estado da garrafa. A cola de rotulagem utilizada nas linhas de enchimento é uma cola de *setting* rápido, com um *time setting* de, aproximadamente, 5 minutos para a gargantilha e de, aproximadamente, 10 minutos para o rótulo.



Figura 29. (A) Rompimento das fibras 5 minutos após rotulagem. (B) Rompimento das fibras 10 minutos após rotulagem. (C) Rompimento das fibras 15 minutos após rotulagem.

Para além de calcular a quantidade de cola gasta por número de garrafas ou por rótulo, também se pode fazer uma projeção de consumo de um balde de 30 kg. Para tal, divide-se o número total de garrafas rotuladas pela quantidade de cola consumida por rótulo e multiplica-se por 30 kg. Outro cálculo relevante é o do consumo de cola por m^2 . Na Tabela 15 estão resumidos os cálculos relativos ao consumo de cola da rotuladora.

Tabela 15. Resumo dos cálculos relativos ao consumo de cola da rotuladora.

DADOS	CÁLCULOS
○ Contagem inicial de garrafas	<ul style="list-style-type: none"> Total de garrafas rotuladas
○ Contagem final de garrafas	$\text{Contagem final de garrafas} - \text{Contagem inicial de garrafas}$
○ Peso inicial do balde de cola (kg)	<ul style="list-style-type: none"> Cola consumida (kg)
○ Peso final do balde de cola (kg)	$\text{Peso final do balde de cola} - \text{Peso inicial do balde de cola}$
○ Área do rótulo (m ²)	<ul style="list-style-type: none"> Cola consumida por rótulo (g) $\frac{\text{Cola consumida}}{\text{Total de garrafas rotuladas}}$
	<ul style="list-style-type: none"> Projeção de consume de um balde de 30 kg $\frac{\text{Total de garrafas rotuladas}}{\text{Cola consumida por rótulo}} \times 30 \text{ kg}$
	<ul style="list-style-type: none"> Consumo de cola por m² (g/m²) $\frac{\text{Cola consumida por rótulo}}{\text{Área do rótulo}}$

14. Conclusões

O compromisso permanente do SBG para com a Qualidade está fundamentado no princípio de promover a implementação das boas práticas de qualidade e segurança alimentar, de forma a obter produtos de qualidade e excelência reconhecida, garantindo a confiança do consumidor. O projeto desenvolvido está inserido na prática da Qualidade, mais concretamente no controlo de qualidade de embalagens tendo como principal objetivo melhorar metodologias já existentes e desenvolver e implementar novas metodologias de análise de embalagens. Deste modo, pode-se afirmar que o objetivo foi alcançado, como se pode verificar ao longo dos pontos 6. a 13. do presente relatório, nos quais são descritos vários métodos relativos ao controlo de qualidade de embalagens.

Ao nível da análise do efeito das paragens nas linhas de enchimento no produto final (ponto 6.), os testes realizados centraram-se em produto com cápsulas com *scavenger*, sendo assim possível uma comparação de resultados com ensaios anteriores realizados em produto com cápsulas sem *scavenger*. Concluiu-se que a cápsula com *scavenger*

trouxe resultados significativamente melhores ao nível da análise sensorial de produto exposto ao ar durante as paragens das linhas de enchimento. Assim, as cápsulas com *scavenger* são uma mais-valia, pois é possível programar as rejeições por *air results* após um tempo de paragem superior.

No controlo de capsulagem “coroa” (ponto 7.) esperam-se resultados mais satisfatórios ao nível do CO₂ para as matrizes cerâmicas de 28,10 mm quando comparados com os resultados das matrizes de inox de 28,15 mm. No entanto, só vai ser possível uma comparação mais completa quando passarem 6 meses da primeira medição de CO₂. Só nessa altura será possível comparar a perda de gás ao longo do tempo para as matrizes de inox de 28,15 mm e as matrizes cerâmicas de 28,10 mm. Após esta avaliação, poderão ser fechados os requisitos para uma boa capsulagem “coroa”.

No que toca à formação de pó durante a capsulagem (ponto 8.), implementaram-se dois procedimentos: o “tumbling test” para quantificar o pó libertado pelas cápsulas e o procedimento de limpeza ao capsulador.

Na força de abertura de cápsulas “pull-off” (ponto 9.), desenvolveu-se um método para a medição da força de abertura de cápsulas “pull-off” com recurso a um dinamómetro manual. Os resultados obtidos aquando do teste deste método revelaram alguma variabilidade devido a ser um método manual. No entanto, foram contactados fornecedores de cápsulas e a indicação foi que, atualmente, ainda é este o método aplicado, por ser mais simples. Os métodos automáticos existentes têm sido fabricados pelos próprios fornecedores e não estão disponíveis para compra.

Quanto à qualidade de colagem das caixas (ponto 10.), aplicou-se um método para medição da força de abertura das caixas. Mais uma vez, o método implementado é fortemente dependente da experiência do operador, o que pode resultar numa variabilidade de resultados muito elevada. No entanto, este método preza por reproduzir o movimento efetuado pelo consumidor.

Para a quantificação da aplicação de cola a quente (ponto 11.), estudou-se um método para medir a quantidade de cola a quente aplicada pelo total de injetores da máquina formadora de caixas. Este método é fácil de executar e permite obter resultados que imediatamente informam se, de uma maneira geral, as especificações para o consumo de cola por caixa estão a ser cumpridas.

Na resistência da cola de rotulagem das garrafas TR (ponto 12.), propôs-se um método para verificar as características da cola no que toca à sua resistência à água gelada.

Por último, para o consumo de cola na rotuladora (ponto 13.) implementou-se um método para monitorizar os gastos de cola na rotuladora. Este é um procedimento simples, mas que a partir dos dados recolhidos permite atingir diversas conclusões acerca do consumo de cola na rotuladora naquele momento.

A constante procura por novas maneiras de melhorar a qualidade do produto final, seja através da implementação de novos métodos ou da melhoria de métodos já existentes, é uma mais-valia para a empresa.

15. Trabalho futuro

Na análise do efeito das parangens nas linhas de enchimento no produto final (ponto 6.) é necessário definir tempos de rejeição distintos para TR e TP. Para além disso, há uma avaliação a decorrer referente ao impacto que esta rejeição terá nos custos do produto com base no orçamento de 2019.

Ao nível do controlo de capsulagem “coroa” (ponto 7.) deverá prosseguir-se com as medições da concentração de CO₂ das amostras recolhidas das linhas de enchimento no mês de abril. Dando continuidade às análises poder-se-á confirmar se, efetivamente, as matrizes de capsulagem de 28,10 mm garantem uma melhor capsulagem face ao seu elevado custo.

No que toca à formação de pó durante a capsulagem (ponto 8.), para o “tumbling test” sugere-se que este método seja utilizado para avaliar novas cápsulas ou novas decorações e prever o seu impacto nas linhas de enchimento. Quanto à limpeza ao capsulador, é necessário, em conjunto com a Manutenção, avaliar se haverá acumulações de pó que não foram possíveis de analisar visualmente por estarem em zonas de difícil acesso e, se assim for, estabelecer a frequência de limpeza destas zonas. Na força de abertura de cápsulas “pull-off” (ponto 9.), o método implementado é executado manualmente e, como tal, dependente do operador Sugere-se que, como trabalho futuro, sejam estudados outros métodos para o mesmo efeito, mas com uma variabilidade de resultados menor.

Quanto à qualidade de colagem das caixas (ponto 10.), como trabalho futuro, devem ser estudadas alternativas mais capazes de obter resultados reprodutíveis. É também pertinente avaliar os benefícios do método estudado em contraste com o tempo despendido a efetuar o procedimento.

Para a quantificação da aplicação de cola a quente (ponto 11.), poderão, futuramente, ser tidas em conta outras alternativas para a sua aplicação, em que o próprio sistema permite a sua quantificação de maneira a ser possível um maior controlo do doseamento da cola.

Os objetivos do estágio foram todos cumpridos, ficando agora ao critério da Direção da Qualidade a decisão de formalizar e definir os métodos estudados. De uma maneira geral, é essencial que este trabalho de melhoria contínua e resolução de problemas no controlo de qualidade de embalagens seja prolongado.

Referências

1. Sobre o grupo, website do Super Bock Group [Disponível em: <https://superbockgroup.com/detalhe/sobre-o-grupo/>, acedido a 4 de janeiro de 2019.
2. Estrutura acionista, website do Super Bock Group [Disponível em: <https://superbockgroup.com/detalhe/estrutura-acionista/>, acedido a 4 de janeiro de 2019.
3. História, website do Super Bock Group [Disponível em: <https://superbockgroup.com/historia/>, acedido a 4 de janeiro de 2019.
4. Onde estamos, website do Super Bock Group [Disponível em: <https://superbockgroup.com/onde-estamos/>, acedido a 4 de janeiro de 2019.
5. Sustentabilidade, website do Super Bock Group [Disponível em: <https://www.superbockgroup.com/detalhe/sustentabilidade/>, acedido a 18 de maio de 2019.
6. Fellows PJ. 24 - Packaging. In: Fellows PJ, editor. Food Processing Technology (Fourth Edition): Woodhead Publishing; 2017. p. 949-1044.
7. Righelato R. Beer: quality, safety and nutritional aspects. PS Hughes and ED Baxter. Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2001. 138 pp ISBN 0-85404-588-0. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2004;84(6):608-.
8. Sistemas de gestão alimentar. EN ISO 22000. 2005.
9. IFS standards, website do Apcer Group [Disponível em: <https://www.apcergroup.com/portugal/index.php/pt/certificacao/52/ifs-standards>, acedido a 10 de janeiro de 2019.
10. International Featured Standards. IFS Food Version 6. 2014.
11. Kunze W. Brewing Malting. Vlb, Berlin. 2004.
12. Spargo WG. Process for filling beer into containers. Google Patents; 1987.

13. ml SBü. Filling. In: EBlinger HM, editor. Handbook of Brewing 2009. p. 275-320.
14. Meilgaard M. Effects on flavour of innovations in brewery equipment and processing: a review. *Journal of the Institute of Brewing*. 2001;107(5):271-86.
15. Dilay E, Vargas JVC, Amico SC, Ordonez JC. Modeling, simulation and optimization of a beer pasteurization tunnel. *Journal of food engineering*. 2006;77(3):500-13.
16. Hashimoto N. Flavour stability of packaged beers 1981.
17. Meilgaard MC. Individual differences in sensory threshold for aroma chemicals added to beer. *Food Quality and preference*. 1993;4(3):153-67.
18. Kuchel L, Brody AL, Wicker L. Oxygen and its reactions in beer. *Packaging Technology and Science: An International Journal*. 2006;19(1):25-32.
19. Brenner M, Khan AA. Furfural and beer color as indices of beer flavor deterioration. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*. 1976;34(1):14-9.
20. Huige NJ. Progress in beer oxidation control. ACS Publications; 1993.
21. Marsh K, Bugusu B. Food packaging-roles, materials, and environmental issues. *Journal of Food Science*. 2007;72(3):R39-55.
22. Ockert K. Beer Packaging: Master Brewers Association of the Americas; 2014.
23. C.E.T.I.E. - Centre Technique de l'Embouteillage et du Conditionnement. Practical Guidelines for Bottling: Practical Guide n°4, 26 mm crown cork sealing. 2002.
24. Packaging Resource Guide, website da O. Berk Company, L.L.C. [Disponível em: <https://www.oberk.com/packaging-crash-course/packaging-resource-guide>, acedido a 5 de janeiro de 2019.
25. Duetscher Brauer-bund E. V., Verband Metallverpackungen E. V. Special Technical Supply and Procurement Specifications (STLB) for Crown Corks. 2003. 28 p.
26. Rayaprolu K. Boilers for power and process: CRC press; 2009.
27. Super Bock Cool apenas para o Verão, website do Meios e Publicidade [Disponível em: http://www.meiosepublicidade.pt/2006/06/Super_Bock_Cool_apenas_para_o_Ve/, acedido a 5 de janeiro de 2019.
28. Carus DA, Grant C, Wattie R, Pridham MS. Development and validation of a technique to measure and compare the opening characteristics of tamper-evident bottle closures. *Packaging Technology and Science*. 2006;19(2):105-18.
29. Carlsberg. Packaging Process Standards. 2006.

30. Svensson K. Adhesives in Food Contact Materials and Articles: Proceedings from a Nordic Seminar, June 2001: Nordic Council of Ministers; 2002.
31. Esslinger HM. Handbook of brewing: processes, technology, markets: John Wiley & Sons; 2009.
32. Barak S. PACKAGING OF BEVERAGES. Beverages: Processing and Technology. 2018:282.
33. Thermal Imaging Cameras in the Food Industry, website FLIR [Disponível em: <https://www.flir.com/discover/instruments/process-quality/thermal-imaging-cameras-in-the-food-industry/>, acessado a 5 de janeiro de 2019.
34. Kaminsky W. Highly active metallocene catalysts for olefin polymerization. Journal of the Chemical Society, Dalton Transactions. 1998(9):1413-8.
35. Labiapari WdS. Abrasão-corrosão em aços inoxidáveis ferríticos. 2015.
36. Brook RJ. Concise encyclopedia of advanced ceramic materials: Elsevier; 2012.
37. Simões LGP, Araujo ALd, Minozzi DT, Longo E. Aço inox bactericida. Rem: Revista Escola de Minas. 2007;60:101-8.

Anexos

Anexo I – Método de análise: Medição do teor em O₂

1. Objetivo e Campo de Aplicação

Definir o método de análise para a determinação do teor de oxigênio (O₂ total ou dissolvido) em garrafa ou lata imediatamente após o enchimento e capsulagem/cravação (sempre antes da pasteurização). A determinação do teor de oxigênio aplica-se sempre que se proceda ao Enchimento de Cerveja em garrafas ou latas.

2. Referências

Manual Haffmans c-TPO.

3. Princípio

As garrafas/latas são retiradas após enchimento e capsulagem/cravação, são agitadas manualmente (10 voltas) para estabelecer o equilíbrio entre o oxigênio contido no líquido e no espaço vazio. Seleciona-se o programa de acordo com produto/vasilhame. Toda a alteração de capacidade total e/ou volume de espaço vazio (*headspace*) devem ser refletidas no equipamento, introduzindo-a como um novo tipo garrafa/lata. A amostra é colocada no equipamento, sob pressão de dióxido de carbono ou azoto, e são efetuadas as leituras de oxigênio total.

4. Reagentes/Meios de Cultura

Álcool 70%.
Dióxido de carbono ou azoto isentos de oxigênio (tipo C50 ou superior).

5. Equipamento

Medidor TPO, Haffmans c-TPO
Papel absorvente
Recipiente coletor

6. Amostragem/Preparação das Amostras

Fazer uma amostragem de 2 embalagens, imediatamente após capsulagem ou cravação.

7. Técnica

Verificar se todas as ligações estão estabelecidas: entrada de água (com filtro), entrada de CO₂ (pressão entre 2.5 – 3.5 bar), esgoto e energia elétrica.

Ligar o interruptor “On/Off”, na parte posterior do equipamento.

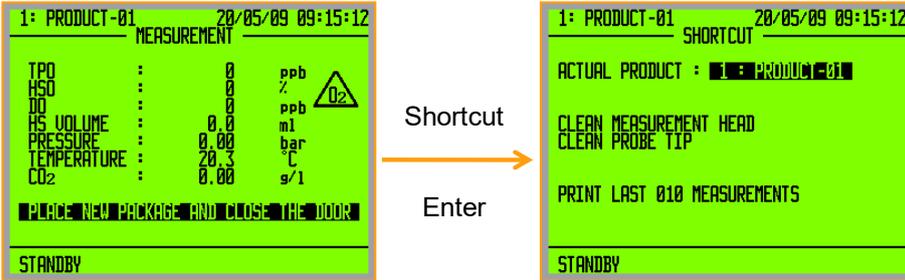


Selecionar produto.





No painel de comando, pressionar “Shortcut”, seguido de “Enter”



Escolher produto com as teclas “Shortcut”, “Detail”.

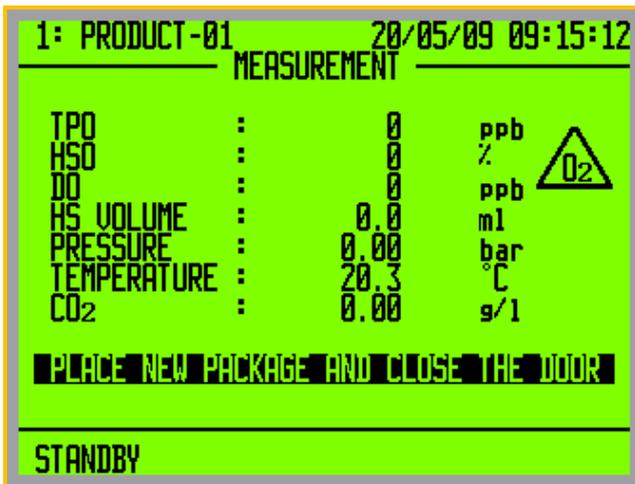
Pressionar “Retroceder” 2x para voltar ao menu inicial.

Medição das amostras.

Agitar a amostra 10x, colocar no amostrador e pressionar “Start”.



Ler valores de TPO (oxigénio total).



Retirar amostra.

Para efetuar nova medição do mesmo produto, posicionar nova amostra e pressionar “Start”.

Limpeza.

Limpeza do sensor

No painel de comando pressionar “Shortcut”, seguido de “Detail” e seleccionar “Clean Probe Tip”.

Pressionar “Enter”.

Humedecer papel absorvente com álcool a 70% e limpar o sensor. Os movimentos de limpeza devem ser apenas na vertical. No fundo da sonda devem ser muito suaves, bastando para o efeito encostar o papel absorvente 3-5 vezes ao fundo do elétrodo sem qualquer movimento que raspe a membrana fotoluminescente.



Limpeza da cabeça de medição

No painel de comando pressionar “Shortcut”, seguido de “Detail” e seleccionar “ Clean Measurement Head”. Pressionar “Enter”.

Seguir indicações sequenciais que surgem no ecrã.



8. Expressão dos Resultados

1. Apresentação

Apresentar os resultados, como a média das 2 garrafas.

- teor de oxigénio total em ppb ou $\mu\text{g/l}$.

2. Registo

Efetuar os registos no sistema informático.

9. Bibliografia

Manual do equipamento.

Anexo II – Método de análise: Medição do teor em CO₂

1. Objetivo e Campo de Aplicação

Definir o método de análise para a determinação do teor de dióxido de carbono em cerveja.

Esta Instrução aplica-se sempre que seja necessário determinar o teor de CO₂ em cerveja acondicionada em garrafa/lata.

2. Referências

- Carbo QC – Instruction Manual

- Selective CO₂ measurement for beverages with new multiple volume expansion method

3. Princípio

O princípio de quantificação do teor de CO₂ com este equipamento, baseia-se na determinação de pressão e temperatura do gás após estabelecimento de um equilíbrio entre o CO₂ dissolvido/ CO₂ gasoso ao qual é efetuada a respetiva correção do teor de ar, caso exista. Estes dois valores são diretamente convertidos em concentração de CO₂, com base no algoritmo de cálculo para a cerveja introduzido no equipamento e que relaciona as 3 variáveis (pressão e temperatura versus teor CO₂).

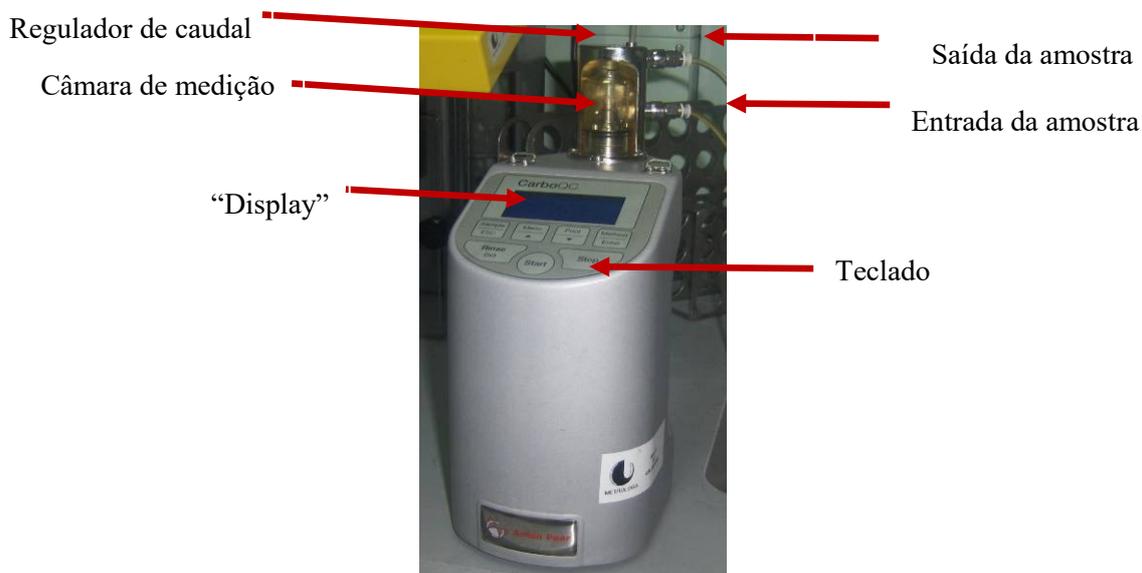
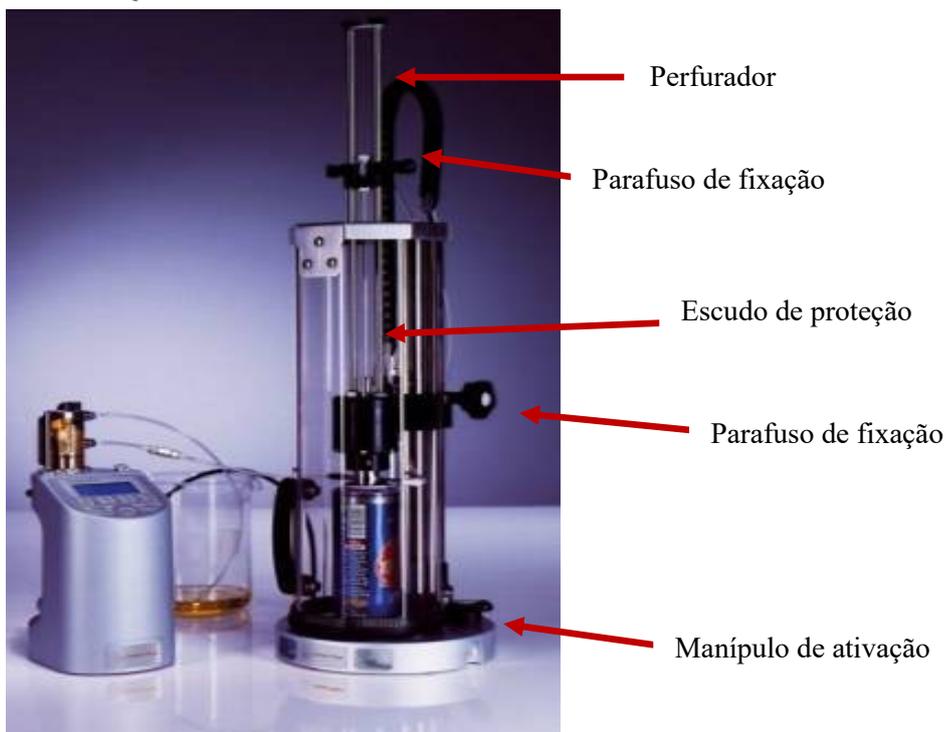
Este equipamento possui um dispositivo que permite minimizar a interferência de gases pouco solúveis como o O_2 e o azoto (ar), atuando da seguinte forma: a pressão de CO_2 é medida a duas diferentes expansões de volume na câmara, primeiro a 10 e de seguida a 30%. Se os dois resultados forem iguais, o ar dissolvido não está presente e, portanto, não se requer nenhuma correção. Se existe ar dissolvido faz com que o segundo valor seja mais baixo que o primeiro, a diferença entre os dois resultados é usada para calcular a correção, na qual elimina completamente a influência do ar.

Reagentes/Meios de Cultura

Azoto para contra-pressão do amostrador – o mecanismo de enchimento perfura a parte superior da garrafa ou a base da lata.

5. Equipamento

Medidor de CO_2 da Anton-Paar – Carbo QC



6. Amostragem/Preparação das Amostras

N/A

7. Técnica

Preparação:

Abrir a válvula de passagem do Azoto ($P= 6 \pm 0,5$ bar)

Agitar a amostra na horizontal 15 vezes

Leitura da amostra:

Ligar o Carbo QC e selecionar o método adequado “BEER”.

Colocar a garrafa /lata e descer o perfurador e o escudo de proteção. O escudo de proteção deve tocar na plataforma e fazer “click” de modo a ficar fixo.

Apertar o parafuso de fixação.

Colocar o manípulo de ativação em ON (garrafa ou lata é perfurada)

Descer o tubo de amostragem de modo a ficar um pouco acima do fundo da garrafa/lata e apertar o parafuso de fixação.

Premir “start” no Carbo QC (a amostra é aspirada e após 90 segundos o resultado aparece no “display”:

Colocar o manípulo de ativação na posição OFF (o azoto da contra-pressão é libertado)

Colocar o tubo de amostragem para a posição superior.

Subir o escudo de proteção para a posição superior e apertar o parafuso de fixação.

Verificação do equipamento (Zero):

Proceder como os pontos descritos na leitura da amostra utilizando para efeito água ultra-pura. O valor medido deverá ser de $0,00 \pm 0,03$ g/l.

Limpeza do equipamento:

Retirar a garrafa/lata e proceder a uma nova leitura.

Se não efetuar mais leituras fazer a limpeza do equipamento com água ultra pura (“Rinse” e “Stop”).

Nota: Verificar o fluxo da amostra (o volume gasto de água deve ser de 100 a 150ml em 20 segundos).

Sugere-se que a verificação do equipamento seja efetuada antes das leituras da amostra.

8. Expressão dos Resultados

A leitura deve ser registada com duas casas decimais e os resultados expressos em g/l.

9. Bibliografia

Instruction Manual – Carbo Qc – Lan and At-line Beverage Carbonation Meter (Version V2.00B)

G.Murer, Brauwelt International – Technical Feature – “Selective CO2 measurement for beverages with new multiple volume expansion method” pag176-178, 2004/III.