



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

Lino Manuel dos Santos Lopes da Silva

Vegetais Frescos Embalados em Atmosfera Modificada

Caso de Estudo Aplicado às Cantinas do IPVC

Mestrado de Empreendedorismo e Inovação na Indústria Alimentar

Trabalho efectuado sob a orientação do

Professor Doutor M. Rui Alves

Co-orientação

Mestre Carla Barbosa

Dezembro de 2010

Vegetais Frescos Embalados em Atmosfera Modificada

Caso de Estudo Aplicado às Cantinas do IPVC

Dissertação apresentada ao Instituto Politécnico de Viana do Castelo para obtenção do grau de Mestre em Empreendedorismo e Inovação na Indústria Alimentar, realizada sob a orientação científica do Prof. Doutor Manuel Rui Alves.

O júri

Presidente

Orientador

Co-orientadora

Arguente

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Manuel Rui Alves, orientador da dissertação, um sincero agradecimento por acreditar e confiar, pelo apoio incansável e pela capacidade de ensinar a pensar. Com quem aprendi muito em mais de cinco anos de trabalho, agradeço o incentivo para a realização desta tese e a paciência e dedicação como orientador. Pela amizade.

À Eng.^a Carla Barbosa, minha co-orientadora, pelas sugestões e correcções e por todo o apoio durante a realização do trabalho. Pela troca de ideias, pela liberdade de pensamento que me proporcionou e pelo sentido de responsabilidade que cabe a cada um dos que por dedicação decide trabalhar em ciência.

À Faculdade de Farmácia, na pessoa da Doutora Beatriz Oliveira, pela disponibilização de instalações e equipamentos sem os quais não seria possível desenvolver parte deste trabalho.

A todos os alunos e professores da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viana do Castelo, e em particular do Departamento de Engenharia Alimentar, que de alguma forma participaram no trabalho ou permitiram que se realizasse.

À minha colega Susana Rocha, pela partilha de alegrias e frustrações ao longo do trabalho, pela paciência, pelas horas de trabalho e companhia...pela amizade.

À Joana Miranda, colega e grande amiga, pelo apoio, pela força, pelo trabalho desenvolvido no tratamento dos dados de análise sensorial, pela companhia.

Aos amigos, pela boa disposição, pelo apoio...pela amizade.

Aos meus Pais e irmão, pela educação que me proporcionaram, por tudo o que nunca me faltou...pelo amor.

À minha esposa Sónia, que sempre me apoiou nos bons e maus momentos, pelo apoio cego...pelo amor.

Resumo

Nos últimos anos tem-se assistido a uma crescente preocupação com a qualidade alimentar e em particular com a qualidade dos vegetais frescos, lavados e desinfectados, embalados em atmosfera modificada (MAP – Modified Atmosphere Packaging). O facto de os produtos hortícolas terem, de uma forma geral, humidade elevada e serem também extremamente sensíveis à deterioração, faz com que as quebras após a colheita sejam grandes. O processamento mínimo de hortaliças é uma prática relativamente recente que promete contribuir para a redução dos desperdícios desses produtos, tendo como consequência uma substancial economia de produto.

Os vegetais, de uma forma geral, são ricos em micronutrientes cuja bioactividade tem recebido um acrescido interesse devido aos seus potenciais efeitos antioxidantes, protegendo contra muitas doenças, como é o caso do cancro da mama, próstata e outros tipos de cancro, doenças cardiovasculares, osteoporose, entre outras.

O objectivo principal deste estudo foi o de compreender como algumas das características dos vegetais frescos podem ser afectadas pelo processamento mínimo e conservação em embalagem com atmosfera modificada. O estudo laboratorial englobou o processamento mínimo de couve repolho e de cenoura, obtidas em produtores locais, sua embalagem em atmosfera modificada, com diferentes combinações de gases (O_2 , CO_2 e N_2) e armazenamento durante 10 dias a $5 \pm 1^\circ C$. O trabalho foi realizado em três fases, aqui designadas como: primeiro e segundo estudo e estudo final. O primeiro e segundo estudos tiveram como objectivo otimizar as combinações de gases a introduzir na atmosfera da embalagem dos vegetais utilizados assim como aperfeiçoar as diferentes metodologias implementadas ao longo do trabalho (processo e controlo da qualidade). Das diferentes combinações usadas nesta fase, foram seleccionadas para o estudo final duas combinações de gases: 10/45 (O_2/CO_2) e 15/45 (O_2/CO_2). Uma terceira mistura de gases, contendo uma atmosfera normal (ar), foi utilizada para se perceber quais os benefícios da aplicação de MAP, na couve e na cenoura minimamente processadas.

Aos dias 0, 6, 8 e 10 de armazenamento foram avaliados parâmetros físico-químicos (pH, cor e actividade antioxidante), organolépticos e efectuada a contagem de microrganismos totais a $30^\circ C$. No estudo da evolução das propriedades organolépticas, recorreu-se a um painel de provadores treinado que avaliou os produtos, concentrando-se em alguns

atributos tais como aspecto geral, cor, cheiro típico, sabor típico e textura. Foi também realizada uma prova de aceitabilidade recorrendo a consumidores da cantina da ESTG.

A utilização de uma atmosfera modificada com uma mistura de O₂ e CO₂ de 15/45, respectivamente, parece mais eficaz na manutenção da qualidade. Sensorialmente, verificou-se que sabor e cheiro estranho não se revelaram, não tendo, por isso, afectado a tipicidade, tal como a opinião expressa pelos avaliadores. Quanto à evolução da actividade antioxidante, pH e cor não foram significativas as diferenças observadas. No entanto, em relação à atmosfera normal, o afastamento é notório, devida a uma perda significativa de qualidade. Conclui-se que existem diferenças e benefícios na aplicação das atmosferas modificadas com impacto no tempo de vida útil dos vegetais frescos e na manutenção da sua qualidade nutricional pós-colheita. Os parâmetros utilizados para avaliação da qualidade podem ser úteis para estabelecer linhas orientadoras para o controlo da qualidade em toda a cadeia alimentar, desde a produção à distribuição de hortícolas ao consumidor.

Dezembro de 2010

Abstract

In the last years, a growing interest in food quality have been seen, particularly in fresh-cut vegetables, washed and disinfected, stored in modified atmosphere packaging (MAP). Due to vegetables, high humidity levels and being considered highly perishable and sensitive to deterioration, several losses in post-harvest period are observed. Minimal processing of fresh vegetables is a relatively recent practice, which promises to contribute to the reduction of these losses, promoting a substantial product economy.

Vegetables bioactivity of its micronutrients has received increasing attention due to its potential antioxidant effect as free-radical scavengers, promoting health, protecting against several diseases like breast, prostate and other cancers, cardiovascular diseases, osteoporosis and other.

The main objective of this study was to understand how fresh-cut vegetables characteristics may be affected during storage in modified atmosphere packaging. The experimental study consisted in minimally processing cabbage (heads) and carrots, obtained in local producers, packaging in modified atmosphere with different gas combinations (O_2 , CO_2 and N_2) and storing over 10 days at 5 ± 1 °C. This work was divided in three studies. The first and second studies aimed to optimize the atmosphere gas combinations and to improve the different quality control methodologies. In the final study, two gas combinations were used: 10/45 (O_2/CO_2) and 15/45 (O_2/CO_2), selected from the previous studies. A third gas combination, atmospheric air, was also used to compare with the MAP and to highlight benefits, in fresh-cut cabbage and carrots.

The evaluation of physic and chemical parameters (pH, colour and antioxidant activity) and organoleptic properties was carried out at 0, 6, 8 e 10 days of storage. Total microorganisms plate count tests at 30 °C were also performed at the same periods. Sensory evaluations were performed by a panel of trained judges, using general appearance, colour, typical odour, typical taste and texture as the main attributes. An acceptability test was also carried out with consumers of ESTG canteen.

MAP with an O_2 and CO_2 combination of 15/45, respectively, seems to be more efficient in quality preservation. The sensory evaluation revealed that off-odour and off-taste were not precept which means, in judges opinion, that typicity was not affected. Concerning the evolution of antioxidant activity, pH and colour, no significant differences were observed.

However, comparing with vegetable normal atmosphere packaging, the difference is clear, due to evident loss in quality.

It was possible to conclude that significant differences and benefits in MAP application are real with important impact on fresh-cut vegetables shelf-life and on the nutritional postharvest quality preservation. Used physic-chemical and sensory parameters in the quality evaluation may be considered useful to establish quality control guidelines over the food chain, since production to final consumer.

Dezembro de 2010

Índice

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <i>Índice</i> | <i>i</i> |
| ÍNDICE DE FIGURAS | V |
| ÍNDICE DE TABELAS | VII |
| ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES EM APÊNDICE | VIII |
| ÍNDICE DE TABELAS EM APÊNDICE | IX |
| LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS..... | XI |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1. ENQUADRAMENTO | 1 |
| 1.2. OBJECTIVOS | 2 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 3 |
| 2.1. NECESSIDADES DO MERCADO ACTUAL. A IMPORTÂNCIA DOS VEGETAIS MINIMAMENTE PROCESSADOS NA INDÚSTRIA DOS HORTÍCOLAS FRESCOS. | 3 |
| 2.2. MATÉRIA-PRIMA – IMPORTÂNCIA DA SELECÇÃO DE CULTIVARES | 5 |
| 2.2.1. COUVE REPOLHO | 5 |
| 2.2.2. CENOURA..... | 7 |
| 2.3. CUIDADOS E PROCEDIMENTOS PRÉ E PÓS-COLHEITA | 9 |
| 2.3.1. REFRIGERAÇÃO | 11 |
| 2.3.2. TIPO DE PROCESSAMENTO MÍNIMO – LAVAGEM, DESINFECÇÃO E CORTE | 12 |
| 2.3.3. TAXA DE RESPIRAÇÃO | 14 |
| 2.3.3.1. FACTORES INTERNOS..... | 14 |
| 2.3.3.2. FACTORES AMBIENTAIS..... | 16 |
| 2.4. EMBALAMENTO EM ATMOSFERA MODIFICADA – MAP..... | 16 |
| 2.4.1. MAP COMO MÉTODO DE CONSERVAÇÃO..... | 16 |
| 2.4.2. EFEITOS DO MAP NA QUALIDADE NUTRICIONAL DE VEGETAIS FRESCOS MINIMAMENTE PROCESSADOS | 19 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.4.3. MAP COMO MÉTODO DE ESTABILIDADE MICROBIOLÓGICA DE PRODUTOS MINIMAMENTE PROCESSADOS..... | 20 |
| 2.4.4. EFEITO DO MAP NA QUALIDADE ORGANOLÉPTICA DE PRODUTOS MINIMAMENTE PROCESSADOS..... | 22 |
| 2.5. MATERIAIS DE EMBALAGEM..... | 23 |
| 2.5.1. EMBALAGEM NOS PRODUTOS MINIMAMENTE PROCESSADOS..... | 25 |
| 2.6. EFEITO DA TEMPERATURA NO TEMPO DE VIDA ÚTIL DOS HORTOFRUTÍCOLAS FRESCOS ... | 26 |
| 2.7. ACTIVIDADE ANTIOXIDANTE | 27 |
| 3. MATERIAIS E MÉTODOS | 29 |
| 3.1. MATÉRIAS-PRIMAS | 29 |
| 3.2. AMOSTRAS MINIMAMENTE PROCESSADAS | 30 |
| 3.3. CONTROLO DA QUALIDADE..... | 32 |
| 3.3.1. AMOSTRAGEM..... | 32 |
| 3.3.2. MÉTODOS FÍSICO-QUÍMICOS..... | 33 |
| 3.3.2.1. ACTIVIDADE ANTIOXIDANTE | 33 |
| 3.3.2.2. AVALIAÇÃO DO PH..... | 36 |
| 3.3.2.3. AVALIAÇÃO DA COR | 37 |
| 3.3.3. CONTAGEM DE MICRORGANISMOS TOTAIS A 30°C – PLATE COUNT AGAR (PCA) . | 38 |
| 3.3.4. AVALIAÇÃO SENSORIAL | 39 |
| 3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS | 40 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 41 |
| 4.1. PRIMEIRO ESTUDO..... | 41 |
| 4.1.1. SELECÇÃO DA COMPOSIÇÃO DA ATMOSFERA MODIFICADA | 41 |
| 4.1.2. DESENVOLVIMENTO – PRIMEIRO ESTUDO | 41 |
| 4.2. SEGUNDO ESTUDO | 43 |
| 4.2.1. SELECÇÃO DA COMPOSIÇÃO DA ATMOSFERA MODIFICADA | 43 |
| 4.2.2. DESENVOLVIMENTO – SEGUNDO ESTUDO | 44 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.2.2.1. EVOLUÇÃO DA COMPOSIÇÃO DA ATMOSFERA AO LONGO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO | 46 |
| 4.2.2.2. EVOLUÇÃO DO PH..... | 51 |
| 4.2.2.3. ACTIVIDADE ANTIOXIDANTE..... | 52 |
| 4.2.2.4. CONTAGEM DE MICRORGANISMOS TOTAIS A 30°C | 54 |
| 4.2.2.5. ANÁLISE SENSORIAL – AVALIAÇÃO DE RESULTADOS..... | 56 |
| 4.3. ESTUDO FINAL | 60 |
| 4.3.1. SELECÇÃO DA COMPOSIÇÃO DA ATMOSFERA MODIFICADA..... | 60 |
| 4.3.2. DESENVOLVIMENTO – ESTUDO FINAL..... | 60 |
| 4.3.2.1. EVOLUÇÃO DA COMPOSIÇÃO DA ATMOSFERA AO LONGO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO | 63 |
| 4.3.2.2. EVOLUÇÃO DO PH..... | 67 |
| 4.3.2.3. ACTIVIDADE ANTIOXIDANTE..... | 68 |
| 4.3.2.4. CONTAGEM DE MICRORGANISMOS A 30°C..... | 70 |
| 4.3.2.5. ANÁLISE SENSORIAL – AVALIAÇÃO DE RESULTADOS..... | 72 |
| 5. CONCLUSÕES | 79 |
| 6. BIBLIOGRAFIA | 81 |
| 7. APÊNDICES..... | 93 |
| APÊNDICE 1 | 95 |
| <i>Folhas de Prova – Segundo Estudo.....</i> | <i>95</i> |
| APÊNDICE 2 | 101 |
| <i>Folhas de Prova – Estudo Final.....</i> | <i>101</i> |
| APÊNDICE 3 | 117 |
| <i>Dados experimentais - Segundo estudo</i> | <i>117</i> |
| APÊNDICE 4 | 127 |
| <i>Dados experimentais - Estudo final.....</i> | <i>127</i> |

| | |
|----------------------------------------------|------------|
| APÊNDICE 5..... | 131 |
| <i>Registos Actividade antioxidante.....</i> | <i>131</i> |
| - <i>Segundo estudo.....</i> | <i>131</i> |
| APÊNDICE 6..... | 139 |
| <i>Registos Actividade antioxidante.....</i> | <i>139</i> |
| - <i>Estudo final</i> | <i>139</i> |

Índice de figuras

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Formas de escoamento da produção de couve repolho comercializada | 6 |
| Figura 2: Formas de escoamento da produção de cenoura comercializada..... | 8 |
| Figura 3: Curva de crescimento padrão de microrganismos em sistema fechado..... | 21 |
| Figura 4: Imagens de couve repolho e de cenoura..... | 29 |
| Figura 5: Fluxograma geral do processamento mínimo de vegetais..... | 30 |
| Figura 6: Couve e Cenoura cortadas..... | 31 |
| Figura 7: Bandejas com cenoura prontas para embalagem..... | 32 |
| Figura 8: Sistema de coordenadas Lab da CIE..... | 37 |
| Figura 9: Análise multivariada de dados - método de análise das componentes principais..... | 46 |
| Figura 10: Gráfico da evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo. Couve 10/45 (O ₂ /CO ₂)..... | 48 |
| Figura 11: Gráfico da evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo. Couve 15/45 (O ₂ /CO ₂)..... | 48 |
| Figura 12: Gráfico da evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo. Couve 15/40 (O ₂ /CO ₂)..... | 48 |
| Figura 13: Gráfico da evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo. Cenoura 10/45 (O ₂ /CO ₂)..... | 50 |
| Figura 14: Gráfico da evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo. Cenoura 15/45 (O ₂ /CO ₂)..... | 50 |
| Figura 15: Gráfico da evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo. Cenoura 10/40 (O ₂ /CO ₂)..... | 50 |
| Figura 16: Evolução do pH no embalamento da couve repolho..... | 51 |
| Figura 17: Evolução do pH da cenoura ao longo do tempo..... | 51 |
| Figura 18: Actividade antioxidante da couve..... | 53 |
| Figura 19: Actividade antioxidante da cenoura..... | 53 |
| Figura 20: Crescimento microbiano a 30 ^a C, expresso em CFU/g, ao longo do armazenamento..... | 55 |
| Figura 21: Resultados da análise sensorial efectuada pelo painel de provadores..... | 57 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 22: Análise multivariada de dados recorrendo ao método de análise das variáveis canónicas..... | 58 |
| Figura 23: Resultados do teste de aceitabilidade realizado com consumidores da cantina da ESTG. | 59 |
| Figura 24: Análise multivariada pelo método de análise das componentes principais (ACP). Estudo Final. | 62 |
| Figura 25: Gráfico da evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo. Couve 10/45 (O ₂ /CO ₂)..... | 65 |
| Figura 26:Gráfico da evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo. Couve 15/45 (O ₂ /CO ₂)..... | 65 |
| Figura 27: Gráfico da evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo. Couve em atmosfera normal..... | 65 |
| Figura 28: Gráfico da evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo. Cenoura a 10/45 (O ₂ /CO ₂)..... | 66 |
| Figura 29: Gráfico da evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo. Cenoura a 15/45 (O ₂ /CO ₂),..... | 66 |
| Figura 30: Gráfico da evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo. Cenoura em atmosfera normal..... | 66 |
| Figura 31: Evolução do pH da couve ao longo do tempo. | 68 |
| Figura 32: Evolução do pH da cenoura ao longo do tempo..... | 68 |
| Figura 33: Actividade antioxidante da couve..... | 69 |
| Figura 34: Actividade antioxidante da cenoura. | 69 |
| Figura 35: Crescimento de microrganismos a 30°C, expresso em CFU/g, ao longo do armazenamento..... | 71 |
| Figura 36: Perfil sensorial da Couve. | 72 |
| Figura 37: Análise multivariada, método de de variâncias. Couve. | 75 |
| Figura 38: Perfil sensorial da Cenoura..... | 76 |
| Figura 39: Análise multivariada pelo método da análise das variáveis canónicas. Cenoura. | 77 |

Índice de tabelas

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1: Informação nutricional da couve (em 100g de couve) | 7 |
| Tabela 2: Informação nutricional da cenoura (em 100g de cenoura). | 10 |
| Tabela 3: Taxa de respiração aproximada de algumas frutas e hortaliças a 20 °C. | 15 |
| Tabela 4: Equipamentos materiais e reagentes. Actividade Antioxidante. | 33 |
| Tabela 5: Tabela de preparação das soluções usadas para determinação da curva DPPH | 35 |
| Tabela 6: Avaliação de propriedades organolépticas. Primeiro estudo. | 42 |
| Tabela 7: Composição das atmosferas usadas no segundo estudo. | 43 |
| Tabela 8: Tabela resumo dos resultados obtidos no segundo estudo. | 45 |
| Tabela 9: Composição das atmosferas usadas no estudo final. | 60 |
| Tabela 10: Tabela resumo dos resultados obtidos no estudo final. | 61 |
| Tabela 11: Identificação de variáveis canónicas. | 73 |
| Tabela 12: correlação entre atributos sensoriais e variáveis canónicas. | 74 |
| Tabela 13: Identificação de variáveis canónicas. | 76 |
| Tabela 14: correlação entre atributos sensoriais e variáveis canónicas. | 77 |

Índice de Ilustrações em Apêndice

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Ilustração 1: Gráfico da recta de calibração para o DPPH - Segundo estudo..... | 132 |
| Ilustração 2: Gráfico %RSA em função da concentração, para obtenção do valor de EC ₅₀ para cada dia. Couve 10/45..... | 133 |
| Ilustração 3: Gráfico %RSA em função da concentração, para obtenção do valor de EC ₅₀ para cada dia. Couve 15/45..... | 134 |
| Ilustração 4: Gráfico %RSA em função da concentração, para obtenção do valor de EC ₅₀ para cada dia. Couve 15/40..... | 135 |
| Ilustração 5: Gráfico %RSA em função da concentração, para obtenção do valor de EC ₅₀ para cada dia. Cenoura 10/40. | 136 |
| Ilustração 6: Gráfico %RSA em função da concentração, para obtenção do valor de EC ₅₀ para cada dia. Cenoura 10/45. | 137 |
| Ilustração 7: Gráfico %RSA em função da concentração, para obtenção do valor de EC ₅₀ para cada dia. Cenoura 15/45. | 138 |
| Ilustração 8: Gráfico da recta de calibração para o DPPH - Segundo estudo..... | 140 |
| Ilustração 9: Gráfico %RSA em função da concentração, para obtenção do valor de EC ₅₀ para cada dia. Couve 10/45..... | 141 |
| Ilustração 10: Gráfico %RSA em função da concentração, para obtenção do valor de EC ₅₀ para cada dia. Couve 15/45..... | 142 |
| Ilustração 11: Gráfico %RSA em função da concentração, para obtenção do valor de EC ₅₀ para cada dia. Couve atm normal..... | 143 |
| Ilustração 12: Gráfico %RSA em função da concentração, para obtenção do valor de EC ₅₀ para cada dia. Cenoura 10/45. | 144 |
| Ilustração 13: Gráfico %RSA em função da concentração, para obtenção do valor de EC ₅₀ para cada dia. Cenoura 15/45. | 145 |
| Ilustração 14: Gráfico %RSA em função da concentração, para obtenção do valor de EC ₅₀ para cada dia. Cenoura atm normal. | 146 |

Índice de tabelas em Apêndice

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela_A: Dados experimentais - couve repolho (dia 0)..... | 118 |
| Tabela_B: Dados experimentais - couve repolho (dia 6)..... | 119 |
| Tabela_C: Dados experimentais - couve repolho (dia 8)..... | 120 |
| Tabela_D: Dados experimentais - couve repolho (dia 10)..... | 121 |
| Tabela_E: Dados experimentais - cenoura (dia 0)..... | 122 |
| Tabela_F: Dados experimentais - cenoura (dia 6)..... | 123 |
| Tabela_G: Dados experimentais - cenoura (dia 8)..... | 124 |
| Tabela_H: Dados experimentais - cenoura (dia 10)..... | 125 |
| Tabela_I: Dados experimentais - couve..... | 128 |
| Tabela_J: Dados experimentais – cenoura..... | 129 |
| Tabela_K: Dados para construção da recta de calibração. Segundo estudo..... | 132 |
| Tabela_L: Valores de %RSA em função da concentração para cada dia de amostragem. Couve 10/45..... | 133 |
| Tabela_M: EC ₅₀ para cada dia de armazenamento. Couve 10/45..... | 133 |
| Tabela_N: Valores de %RSA em função da concentração para cada dia de amostragem. Couve 15/45..... | 134 |
| Tabela_O: EC ₅₀ para cada dia de armazenamento. Couve 15/45..... | 134 |
| Tabela_P: Valores de %RSA em função da concentração para cada dia de amostragem. Couve 15/40..... | 135 |
| Tabela_Q: EC ₅₀ para cada dia de armazenamento. Couve 15/40..... | 135 |
| Tabela_R: Valores de %RSA em função da concentração para cada dia de amostragem. Cenoura 10/40..... | 136 |
| Tabela_S: EC ₅₀ para cada dia de armazenamento. Cenoura 10/40..... | 136 |
| Tabela_T: Valores de %RSA em função da concentração para cada dia de amostragem. Cenoura 10/45..... | 137 |
| Tabela_U: EC ₅₀ para cada dia de armazenamento. Cenoura 10/45..... | 137 |
| Tabela_V: Valores de %RSA em função da concentração para cada dia de amostragem. Cenoura 15/45..... | 138 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela_ W: EC ₅₀ para cada dia de armazenamento. Cenoura 15/45. | 138 |
| Tabela_ X: Dados para construção da recta de calibração. Segundo estudo..... | 140 |
| Tabela_ Y: Valores de %RSA em função da concentração para cada dia de amostragem. Couve 10/45..... | 141 |
| Tabela_ Z: EC ₅₀ para cada dia de armazenamento. Couve 10/45. | 141 |
| Tabela_ AA: Valores de %RSA em função da concentração para cada dia de amostragem. Couve 15/45..... | 142 |
| Tabela_ BB: EC ₅₀ para cada dia de armazenamento. Couve 15/45. | 142 |
| Tabela_ CC: Valores de %RSA em função da concentração para cada dia de amostragem. Couve atm normal..... | 143 |
| Tabela_ DD: EC ₅₀ para cada dia de armazenamento. Couve atm normal. | 143 |
| Tabela_ EE: Valores de %RSA em função da concentração para cada dia de amostragem. Cenoura 10/45..... | 144 |
| Tabela_ FF: EC ₅₀ para cada dia de armazenamento. Cenoura 10/45. | 144 |
| Tabela_ GG: Valores de %RSA em função da concentração para cada dia de amostragem. Cenoura 15/45..... | 145 |
| Tabela_ HH: EC ₅₀ para cada dia de armazenamento. Cenoura 15/45..... | 145 |
| Tabela_ II: Valores de %RSA em função da concentração para cada dia de amostragem. Cenoura atm normal..... | 146 |
| Tabela_ JJ: EC ₅₀ para cada dia de armazenamento. Cenoura atm normal. | 146 |

Lista de abreviaturas e símbolos

MAP – Embalamento em atmosfera modificada, do inglês Modified Atmosphere Packaging

RSA – Actividade bloqueadora de radicais do inglês radical scavenging activity

IFPA – *International Fresh-cut Produce Association*

EC₅₀ – Concentração efectiva para reduzir 50% da concentração do radical DPPH

O₂ – Oxigénio

CO₂ – Dióxido de carbono

(O₂/CO₂) - %O₂ / %CO₂

PMP – Produtos minimamente processados

FAO – *Food and Agriculture Organization of the United Nations*

MADRP – Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas

CFU – unidades formadoras de colónias, do inglês colony-forming units

H₂O - Água

H₂CO₃ – Ácido carbónico

AA – Ácido ascórbico

AAT – Actividade antioxidante total

AVC – Análise de variáveis canónicas

ACP – Análise de componentes principais

ppm – partes por milhão

A elaboração da dissertação conduziu à realização dos seguintes trabalhos:

Comunicações em painel:

- Miranda, J., Silva, L.M., Rocha, S., Barbosa, C.D., Oliveira, M.B.P.P., Alves, M.R. (2010). Evolution of the Sensory Perception of Defects in Fresh Cut and Boiled Vegetables Stored under MAP related to chemical parameters and acceptability. Poster apresentado no congresso internacional EUROSENSE 2010 - Fourth European Conference on Sensory and Consumer Research, 5-8 de Setembro.
- Silva, L.M., Barbosa, C.D., Oliveira, M.B.P.P., Alves, M.R., (2010) Sensory Quality and Antioxidant activity of Fresh Cut Vegetables Stored under MAP. Poster apresentado no 28th International Horticultural Congress, 22-27 de Agosto

1. Introdução

1.1. Enquadramento

O presente trabalho enquadra-se num projecto que está a ser desenvolvido no Instituto politécnico de Viana do Castelo, IPVC, cujo objectivo principal é transformar as suas cantinas em refeitórios, tendo apenas uma cozinha central que produz refeições prontas a serem regeneradas e servidas nos referidos refeitórios. Considerados acompanhamentos de refeições, mas de grande relevância do ponto de vista nutricional, é da máxima importância a informação acerca da evolução dos parâmetros da qualidade dos vegetais frescos ou cozidos, que o presente estudo pode fornecer.

A dieta mediterrânica constitui uma tradição milenar no que se refere à sua contribuição para saúde. Trata-se de um conjunto de hábitos alimentares que são tradicionalmente adoptados pelas pessoas das regiões mediterrânicas, incluindo, Portugal, e que se baseia principalmente na ingestão de frutas e vegetais, cereais, azeite como principal fonte de gorduras, de vinhos e um consumo relativamente maior de peixe e menor em carnes vermelhas, quando comparado com os hábitos alimentares do norte da Europa (Nacif, 1998; Willett *et al.*, 1995).

Um estudo recente confirmou, uma vez mais, que as pessoas que seguem uma dieta mediterrânica têm uma maior esperança de vida comparativamente aos restantes europeus (Trichopoulou *et al.*, 2003). O efeito protector que este tipo de dieta evidencia não se resume apenas ao efeito de protecção química contra doenças carcinogénicas, tais como cancro do cólon ou cancro da mama, mas também se tem vindo a verificar um decréscimo na taxa de mortalidade de doenças associadas ao coração (Gerber *et al.*, 1994, Keys *et al.*, 1981; Lipworth *et al.*, 1997; Trichopoulou *et al.*, 2000;).

Nos dias de hoje, a maioria dos habitantes vive afastada do local de produção dos alimentos, no entanto exige a sua disponibilidade nos mercados ao longo de todo o ano. O que faz com que o consumo e a produção de alimentos sejam processos desfasados no espaço e no tempo. Além disso, exigências logísticas e de mercado, obrigam a modificações nos produtos que são colhidos. Os produtos agrícolas que são manuseados em natureza, em estado metabolicamente activo, como as frutas e hortaliças

(vulgarmente conhecidos por hortofrutícolas), destacam-se pela sua perecibilidade e pela importância que a aparência de fresca tem na sua aceitabilidade. A maior parte das frutas e hortaliças são produtos muito perecíveis devido às suas características morfológicas, anatómicas, fisiológicas e também pela sua composição química. Muitos produtos deste grupo são frequentemente consumidos crus, devendo ser assegurada a qualidade alimentar através de medidas preventivas durante a produção e no manuseamento pós-colheita (Almeida, 2005).

Os vegetais minimamente processados, ou as saladas prontas para consumo, têm tido uma crescente procura e aceitação dos consumidores, particularmente nos grandes centros urbanos, por preencherem os requisitos contemporâneos de uma alimentação saudável, prática e segura (Garret, 2002). Estes produtos são também amplamente utilizados como acompanhamento de refeições, tanto em casa como em restauração e caterings. Assim, facilmente se percebe a necessidade de ter disponíveis vegetais embalados prontos a serem utilizados de forma segura e sem perda de qualidade nutricional e organoléptica.

As frutas e hortaliças têm um papel muito importante na imagem percebida pelos consumidores dos estabelecimentos de venda. Por vezes a sua importância neste aspecto é muito superior ao peso destes produtos no volume de negócios. De facto, enquanto para outras mercadorias, incluindo géneros alimentícios processados, se podem encontrar as mesmas marcas em diferentes estabelecimentos comerciais, a qualidade dos produtos frescos, incluindo frutas e hortaliças, pode marcar a diferença (Almeida, 2005; Garret, 2002).

1.2. Objectivos

O objectivo principal deste trabalho foi perceber de que forma o processamento mínimo afecta alguns parâmetros da qualidade da cenoura e da couve. E de que maneira, a conservação sob refrigeração em atmosfera modificada, favorece a qualidade nutricional e organoléptica e a segurança alimentar, quando comparada com o mesmo produto conservado em atmosfera normal.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Necessidades do mercado actual. A importância dos vegetais minimamente processados na indústria dos hortícolas frescos.

Os mercados de frutas e hortícolas frescos passam actualmente por profundas e radicais alterações, provocadas pela estabilização da economia e por mudanças nos hábitos dos consumidores. A rápida evolução do self-service também contribuiu para essas transformações, alterando as relações comerciais entre os elos da cadeia produtiva. (Clemente, 1998).

Se, por um lado, o mercado de produtos hortícolas nacionais cresce rapidamente, por outro, os diversos segmentos desta cadeia produtiva ainda não se encontram estruturados da mesma forma, provocando desequilíbrios na oferta, oscilações de preço e variações na qualidade do produto. A tendência, no momento, é para uma mudança acelerada na direcção de novos canais de comercialização, especialmente caterings e food-services. Portugal tem um conjunto de recursos e vantagens que lhe permitem desenvolver a fileira dos hortícolas com sustentabilidade obtendo posições mais competitivas nos mercados, afirmando os atributos de qualidade intrínseca e de precocidade que já hoje são reconhecidos, quer por consumidores quer por operadores, internos e externos. No entanto, existem também fragilidades, que importa colmatar com determinação, no sentido de contribuir para o desenvolvimento do sector agro-alimentar (MADRP, 2007).

Embora o segmento de produtos vegetais seja expressivo em volume e em facturação, o segmento, como um todo, revela-se ineficiente. Tal prende-se com o facto da gestão da cadeia produtiva ser bastante delicada e influenciada por inúmeros factores de difícil controlo. Pelição *et al.* (1999), relatam que o alto grau de incerteza no processo de compra e a grande perecibilidade e irregularidade na produção, provocam alterações na forma como a distribuição gere os seus stocks. A concorrência faz surgir a necessidade de segmentação do mercado e a diferenciação de produtos, transformando *commodities* em especialidades. A chave para essa transformação é o lançamento de novos produtos estrategicamente orientados para o mercado.

Entre as oportunidades de mercado deste segmento, destacam-se os vegetais minimamente processados, produtos que atingem um público diferenciado, que valoriza a qualidade e a segurança alimentares. Estes produtos apresentam maior período de conservação, mantêm-se frescos e com boa aparência por mais tempo mantendo a sua qualidade nutricional. Os vegetais apresentam-se ao consumidor já embalados e por isso não sofrem manuseamento por parte destes, dispensando a pesagem e, praticamente, eliminando desperdícios (Nantes, 2000; MADRP, 2007).

O sector dos hortícolas frescos minimamente processados constitui um segmento da indústria agro-alimentar em franco crescimento, respondendo às necessidades actuais de produtos vegetais *in natura*, preparados convenientemente, ou seja, produtos frescos de elevada qualidade, fáceis de preparar e consumidos em menor tempo (Moretti, 1999). Este aumento da procura de produtos vegetais minimamente processados tem levado a um aumento na quantidade e variedade de produtos disponíveis para o consumidor (Guerzoni, 1996).

Os vegetais minimamente processados passam por um conjunto mínimo de operações de processamento, sendo colocados para consumo de forma prática e atraente (Pazinato, 1999). A matéria-prima que os origina é produzida de maneira mais criteriosa que a dos produtos convencionais, principalmente no que diz respeito à utilização de fitofármacos e fertilizantes. A matéria-prima é seleccionada, lavada, cortada e embalada dentro de padrões de qualidade exigidos pelo mercado. Estes produtos são apresentados cortados em variadas formas (cubos, picados ou ralados). Também é usual a sua apresentação em misturas para saladas. Este processo, embora seja mais usado para hortícolas, também é utilizado para frutas (Luengo e Lana, 1997).

O processamento mínimo compreende etapas de corte, lavagem, classificação, desinfecção, centrifugação, embalagem e armazenamento, que interferem nos factores físicos, químicos e biológicos responsáveis pela deterioração do produto.

Os cortes ou danos no tecido da planta promovem a libertação de nutrientes e enzimas intracelulares que favorecem a actividade enzimática e a proliferação de microrganismos no produto (Wiley, 1997). Assim, a qualidade microbiológica e a segurança dos hortícolas frescos minimamente processados precisam de ser garantidas, e tanto mais que são dependentes da carga microbiana presente na matéria-prima, da contaminação em cada etapa do processo e das condições de manutenção do produto. Também os altos teores de humidade dos produtos minimamente processados (PMP), o abuso de temperaturas

durante a preparação, a comercialização e o uso, além de certas embalagens inadequadas, podem criar condições que juntamente com o tempo, podem diminuir consideravelmente o tempo de vida dos produtos (Brecht, 1995; Chitarra, 1998).

A embalagem sob atmosfera modificada consiste numa tecnologia que tem vindo a ser muito utilizada como meio de conservação de alimentos, em resposta às necessidades de produtos frescos processados (Watada *et al.*, 1999) e constitui uma barreira ao movimento de gases e do vapor de água, podendo ajudar na manutenção da humidade relativa e do turgor dos produtos, além de impedir a contaminação e proteger o produto de abrasões superficiais. O embalamento em atmosfera modificada pode promover também a redução da taxa de respiração e de outros processos metabólicos, resultando numa retenção do estado fisiológico e inibição do crescimento de microrganismos (Jacxsens *et al.*, 2002).

2.2. Matéria-Prima – Importância da selecção de cultivares

Para este trabalho foram escolhidos dois produtos hortícolas frescos, a couve repolho e a cenoura, devido à sua importância na produção hortícola e no mercado actual de produtos minimamente processados.

Em 2002/2003 o consumo de hortícolas era de 1.088 mil toneladas (105 kg/habitante/ano) (MADRP, 2007). O tomate fresco, o repolho, a alface, o lombardo, a cenoura e o pimento têm pesos de 15%, 10%, 9%, 9%, 8% e 8%, respectivamente, na produção total de produtos hortícolas, quando do seu conjunto se exclui a batata e o tomate para indústria (MADRP, 2007).

2.2.1. Couve repolho

A couve repolho, *Brassica oleracea*, é actualmente, dentro da família das couves (brássicas) e a par da couve lombarda, a couve mais produzida no Continente. Em 2003 a produção desta brássica foi de 65.443 toneladas e a superfície cultivada de 2.417 hectares. Destaca-se o Ribatejo e Oeste como a principal região de produção de couve repolho, com cerca de 70% da área de produção no Continente, seguida de Entre Douro e Minho com 14% da área e 12% da produção. Cerca de 28% das explorações que

produzem couve repolho estão localizadas no Ribatejo e Oeste, e aproximadamente 32% no Entre Douro e Minho e Beira Litoral. (MADRP, 2007; INE, 2002)

As principais formas de comercialização da produção, de acordo com o Inquérito à Horticultura 2000 (INE, 2002), são a venda a outros intermediários (inclui outros grossistas) e às centrais de comercialização que representam, respectivamente, 34,5% e 31,0% da produção comercializada. Cerca de 28,4% da produção é escoada através da venda a retalhistas e da venda directa ao consumidor, como se pode verificar pela Figura 1.

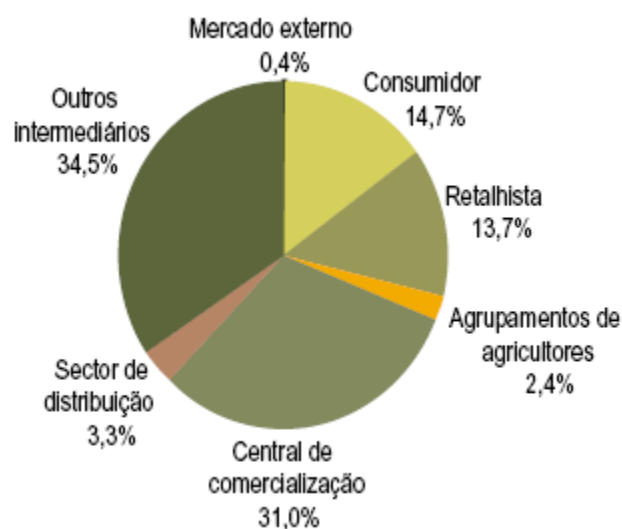


Figura 1: Formas de escoamento da produção de couve repolho comercializada. (Fonte: INE)

A couve repolho, é uma hortaliça anual formada por inúmeras folhas que se imbricam, dando origem a uma “cabeça”, que constitui a parte comestível da planta. Destaca-se na alimentação humana pois nutricionalmente é rica em vitaminas C, B1 e B2, sais de ferro e de cálcio (ver Tabela 1). As couves repolho são classificadas, comercialmente, segundo a forma da cabeça, em redonda, achatada, pontiaguda ou coração-de-boi, e segundo a cor, em verde ou roxa.

As variedades mais adaptáveis ao processamento mínimo são aquelas que apresentam alta compacidade da cabeça, pois oferecem maior resistência ao corte, resultando consequentemente, num corte de melhor qualidade (Martins *et al*, 2008; Moretti, 1999).

Tabela 1: Informação nutricional da couve (em 100g de couve) (Fonte: i-legumes, 2010)

| Nutriente | Valor | VDR |
|------------------------|----------|-------|
| Energia | 25 kcal | 1% |
| Carboidratos | 5,8 g | 4% |
| Proteína | 1,3 g | 2% |
| Total Gorduras | 0,1 g | 0,50% |
| Colesterol | 0 g | 0% |
| A fibra dietética | 2,50 mg | 6% |
| Vitaminas | | |
| Folatos | 53mcg | 13% |
| Niacina | 0.234 mg | 1,50% |
| Ácido pantotênico | 0,212 mg | 4% |
| Piridoxina | 0.124 mg | 10% |
| Riboflavina | 0,040 mg | 3% |
| Tiamina | 0.061 mg | 5% |
| Vitamina C | 36,6 mg | 61% |
| Vitamina A | 98 UI | 3% |
| Vitamina K | 76 mcg | 63% |
| Eletrólitos | | |
| Sódio | 18 mg | 1% |
| Potássio | 170 mg | 3,50% |
| Minerais | | |
| Cálcio | 40 mg | 4% |
| Ferro | 0,47 mg | 6% |
| Magnésio | 12mg | 3% |
| Manganês | 0.160mg | 7% |
| Fósforo | 26 mg | 3,50% |
| Zinco | 0,18 mg | 1,50% |
| Fito-nutrientes | | |
| Caroteno, beta | 42 mcg | -- |
| Caroteno, alfa | 33 mcg | -- |
| Luteína, zeaxantina | 30 mcg | -- |

(Fonte: i-legumes, 2010)

2.2.2. Cenoura

A produção mundial de cenoura, *Daucus carota L.*, (dados da FAO) para o ano de 2004, foi de aproximadamente 24 milhões de toneladas, distribuídas por uma superfície de cerca de 1,1 milhões de hectares. Em 2003, em Portugal continental, a produção de cenoura foi de 54.039 toneladas e a superfície cultivada de 1.598 hectares. A produção

localiza-se maioritariamente no Ribatejo e Oeste, com cerca de 76% da produção média do Continente, no quinquénio 1998-02. O Alentejo é a segunda região mais importante, assegurando 13% da produção. As explorações com produção de cenoura estão localizadas maioritariamente no Ribatejo e Oeste e Alentejo, apresentando o Entre Douro e Minho e a Beira Litoral, respectivamente 20% e 12% do total de explorações do Continente (MADRP, 2007; INE, 2002).

De acordo com o Inquérito à Horticultura 2000 (INE, 2002) e como pode ser verificado na Figura 2, a cenoura é comercializada preferencialmente através dos outros intermediários (inclui outros grossistas) com cerca de 46%, registando as centrais de comercialização e o mercado externo, respectivamente, 16,3% e 11,8% da produção comercializada.



Figura 2: Formas de escoamento da produção de cenoura comercializada.

A cenoura é uma raiz cónica ou cilíndrica muito firme, quando bem hidratada, com pouco volume intercelular (1,5% v/v) (Calbo *et al.*, 1995), que pode ser removida do solo com poucos ferimentos. A elevada firmeza, a baixa percentagem de volumes gasosos intercelulares, e o facto de ser uma raiz alongada, tornam as raízes bem hidratadas susceptíveis à rachadura transversal de impacto (McGarry, 1995).

A cenoura deve ser colhida quando atinge o desenvolvimento típico da respectiva cultivar. Algumas cultivares com maior qualidade, maior teor de matéria seca e melhor capacidade de armazenamento, são mais tardias, sendo colhidas com 95 a 120 dias. Outras, com menor teor de matéria seca, têm um ciclo mais curto e são colhidas com 85 a 100 dias. As raízes colhidas precocemente são pequenas, o que traz perdas de

produtividade, e menor capacidade de resistência ao armazenamento (Suojala, 1999). A colheita tardia, por outro lado, aumenta a produtividade, a resistência ao transporte e a capacidade de armazenamento da cenoura. No entanto, um atraso na colheita pode levar à formação de raízes muito grandes, mais fibrosas, descoloridas, mais endurecidas, favorecendo as rachaduras longitudinais de crescimento. Na colheita, a parte aérea (caule e folhas) é usualmente quebrada, ou cortada junto à raiz (Lana, 2000).

Nutricionalmente (ver Tabela 2) a cenoura é rica em antioxidantes, vitaminas e fibras dietéticas. No entanto, tem apenas 41 calorias por cada dose de 100 gramas, um valor muito baixo de gordura e não tem colesterol. A cenoura é rica em vitamina C, fornecendo cerca de 9% do VDR (valor diário recomendado).

Os genótipos que se cultivam (cultivares, clones e porta-enxertos), as condições edafo-climáticas e a tecnologia de produção determinam a qualidade dos produtos hortofrutícolas no momento da colheita e influenciam a subsequente evolução dessa qualidade durante o manuseamento pós-colheita (Almeida, 2005; FAO, 1989).

2.3. Cuidados e procedimentos pré e pós-colheita

Os alimentos vegetais são órgãos que são adquiridos no estado vivo pelo consumidor final, como por exemplo folhas e frutos, sendo portanto órgãos metabolicamente activos (Tabil *et al.*, 2001). Quando os produtos agrícolas constituem matéria-prima para indústrias alimentares onde ocorrem processos de transformação e conservação, o produto é metabolicamente activo até sofrer a transformação industrial. No caso dos produtos hortofrutícolas minimamente processados, também designados por produtos de IV Gama, os órgãos vegetais sofrem uma transformação industrial, mas permanecem metabolicamente activos. Desta forma, o manuseamento tem de assegurar que os produtos cheguem ao consumidor com qualidade, minimizando, não só as alterações químicas e microbianas, mas, principalmente, as alterações fisiológicas que ocorrem no órgão vegetal (Almeida, 2005; Kader, 2007).

A manipulação pós-colheita começa com a garantia de procedimentos correctos na colheita. O estado de maturação no momento da colheita é extremamente importante para a qualidade dos produtos e deve ser avaliada de acordo com critérios, designados índices de maturação, estabelecidos para cada produto (Almeida, 2005).

Tabela 2: Informação nutricional da cenoura (em 100g de cenoura) (Fonte: i-legumes, 2010).

| Nutriente | Valor | VDR |
|------------------------|-----------|-------|
| Energia | 41 Kcal | 2% |
| Carboidratos | 9,58 g | 7% |
| Proteína | 0,93 g | 1,50% |
| Total Gorduras | 0,24 g | 1% |
| Colesterol | 0 g | 0% |
| Fibra dietética | 2,8 g | 7% |
| Vitaminas | | |
| Folato | 19 mcg | 5% |
| Niacina | 0,983 mg | 6% |
| Ácido pantotênico | 0,273 mg | 5,50% |
| Piridoxina | 0,138 mg | 10% |
| Riboflavina | 0,058 mg | 4% |
| Tiamina | 0,066 mg | 6% |
| Vitamina C | 5,9 mg | 10% |
| Vitamina A | 16.706 UI | 557% |
| Vitamina K | 13,2 mcg | 11% |
| Eletrólitos | | |
| Sódio | 69 mg | 4,50% |
| Potássio | 320 mg | 6,50% |
| Minerais | | |
| Cálcio | 33 mg | 3% |
| Cobre | 0,045 mg | 5% |
| Ferro | 0,30 mg | 4% |
| Magnésio | 12 mg | 3% |
| Manganês | 0,143 mg | 6% |
| Fósforo | 35 mg | 5% |
| Selênio | 0,1 mcg | <1% |
| Zinco | 0,24 mg | 2% |
| Fito-nutrientes | | |
| Caroteno, beta | 8285 mcg | -- |
| Caroteno, alfa | 3427 mcg | -- |
| Crypto-xantinas | 0 mcg | -- |
| Luteína, zeaxantina | 256 mcg | -- |

(Fonte: i-legumes, 2010)

O estado de maturação hortícola é um estado do desenvolvimento em que uma planta, ou parte dela, reúne os requisitos necessários para que seja utilizada pelo consumidor

com um propósito particular. De acordo com esta definição, um produto pode estar no estado maduro hortícola em qualquer estado de desenvolvimento. Por exemplo, as plantas germinadas atingem o estado maduro em fases precoces do seu desenvolvimento. Já os frutos, vegetais e tubérculos, atingem o estado maduro a meio do seu desenvolvimento, enquanto as sementes e as nozes só se consideram no estado maduro no fim do desenvolvimento (Kader, 2007; Wills *et al*, 1989).

Assim, o momento da colheita determina a qualidade máxima dos produtos hortofrutícolas. A decisão de colher deve ser feita de forma muito cuidada. A ponderação dos critérios para determinar a data de colheita variam com a cultura e com o sistema de produção. Para além do estado de maturação, outros critérios influenciam a decisão de colher tais como a produtividade, preços antecipados pelo produtor e as condições climáticas no campo (Almeida, 2005; Kader, 2007).

Depois de definido o estado de maturação óptimo e a altura de colheita seguem-se as etapas de pré-refrigeração e processamento mínimo (lavagem, desinfecção e corte), consideradas também de grande importância para a manutenção da qualidade, que são abordadas nas secções seguintes.

2.3.1. Refrigeração

De acordo com os estudos de autores, como Tabil e Sokhansanj (2001) e Peleg (1985), a tecnologia pós-colheita deve proporcionar aos produtos hortofrutícolas condições óptimas de temperatura e de humidade relativa, para garantir a sua qualidade durante o período pós-colheita, devendo todas as outras tecnologias ser encaradas como complementos ao controlo da temperatura e da humidade relativa (Almeida, 2005).

Assim, para garantir a qualidade e aumentar o tempo de vida dos produtos hortofrutícolas, é necessário arrefecê-los rapidamente para uma temperatura mínima de segurança, logo após a colheita, e manter a cadeia de frio durante todo o período pós-colheita (Peleg 1985; Ryall *et al*, 1972). Ambientes com temperaturas elevadas são favoráveis à deterioração dos vegetais frescos, uma vez que as taxas de respiração e de transpiração são elevadas (Tabil *et al.*, 2001). Segundo Almeida (2005), a refrigeração, à temperatura aconselhada para cada produto, tem um papel determinante na qualidade porque:

- Reduz a actividade metabólica, incluindo a respiração, a produção de etileno, as alterações de composição e a velocidade de senescência e de amadurecimento;
- Reduz a actividade microbiana, incluindo o desenvolvimento de doenças nos produtos hortofrutícolas e a proliferação de patogénicos humanos;
- Reduz a perda de água;
- Reduz os fenómenos de crescimento que limitam a vida pós-colheita de órgãos de reserva (ex: abrolhamento de batata, alho e cebola);
- Prolonga a vida pós-colheita de frutas e hortaliças, reduzindo a taxa de depreciação da sua qualidade.

Todos os produtos destinados a serem transportados ou armazenados a baixas temperaturas devem ser pré-arrefecidos antes de serem colocados à temperatura de armazenamento (Almeida, 2005; Tabil *et al.*, 2001), procurando-se com o pré-arrefecimento a utilização de equipamentos que permitam um rápido abaixamento da temperatura.

2.3.2. Tipo de processamento mínimo – lavagem, desinfecção e corte

A pré-refrigeração correcta e apropriada no armazenamento, assim como um manuseamento cuidado dos produtos hortícolas antes do seu processamento, são vitais para a produção de vegetais minimamente processados de boa qualidade (Ahvenainen e Hurme, 1994; Kabir, 1994; Wiley, 1994).

A *International Fresh-cut Produce Association (IFPA)*, citada por Lamikanra (2002), definiu os produtos minimamente processados como as frutas ou vegetais que foram divididos e/ou descascados e/ou cortados, em que a totalidade (100%) é embalada oferecendo aos consumidores um produto altamente nutritivo, conveniente e que para além do sabor mantém as suas características iniciais de frescura (Lamikanra, 2002)

As operações de selecção de frutas e vegetais são normalmente designadas por «calibração», sendo operações que segregam por tamanho (ex: diâmetro), forma, massa, cor, defeitos e composição. Estas operações são uma mais-valia, porque a percepção da qualidade depende da uniformidade de um lote ou de uma embalagem. A matéria-prima deve ser seleccionada e preparada de maneira a promover a uniformização e padronização do produto (Almeida, 2005).

Em hortaliças folhosas, a preparação consiste na remoção de folhas visando a redução da contaminação natural existente pelo contacto com o solo, aproveitando somente aquelas que permitam uniformização e padronização. Devem-se descartar, também, as raízes e tubérculos que apresentem podridões e manchas internas.

Durante a fase de selecção, lavagem e desinfecção, devem ser seguidos todos os procedimentos descritos em códigos de boas práticas para garantir a eliminação ou minimização de contaminação microbiológica inicial para níveis aceitáveis, de forma a minimizar quaisquer riscos para o consumidor (Garret, 2002).

A matéria-prima deve ser pré-lavada em água potável, clorada com 100 a 200 ppm de cloro livre, e a uma temperatura entre os 5 e 10°C, com o objectivo de reduzir a temperatura inicial do produto (pré-arrefecimento), ou de a manter caso o produto já tenha sido pré-arrefecido (Ahvenainen e Hurme, 1994, O'Beirne, 1995; Wiley, 1994). Nesta etapa devem ser usados contentores de plástico ou tanques em aço inoxidável, para que haja imersão completa do vegetal, visando remover a sujidade da superfície e a uniformidade do tratamento (Cenci *et al.*, 2006; Martins *et al.*, 2008).

Para a operação de corte de frutas e hortícolas devem utilizar-se facas de aço inoxidável, cortadores manuais ou equipamentos que utilizem sistemas de lâminas de corte diferenciados, de acordo com a espessura, tamanho e formato do produto desejado. As facas e/ou as lâminas de corte do equipamento devem ser mantidas bem afiadas, limpas e desinfectadas, para reduzir danos e possíveis contaminações nos tecidos dos produtos processados (Cenci *et al.*, 2006).

Após a etapa de corte, deve proceder-se a uma nova lavagem utilizando água fria (5°C), para remoção de resíduos remanescentes e contaminações microbiológicas oriundas da manipulação. A única forma de reduzir significativamente a carga microbiana existente nas frutas e hortaliças minimamente processadas é através da lavagem associada à desinfecção (Cenci *et al.*, 2006; Laurila *et al.*, 2002).

Para a desinfecção, o produto deve ficar em contacto com uma solução de desinfectante, como por exemplo, hipoclorito de sódio (ou outro desinfectante, eventualmente, mais aconselhado para o produto em causa), durante um período de cerca de 5 minutos (ou no tempo recomendado pelas instruções de uso de outro desinfectante). Após a etapa de desinfecção deve proceder-se a uma centrifugação de forma a remover o excesso de solução dos produtos (Cenci *et al.*, 2006; Francis e O'Beirne, 2002; Watada e Qi, 1999).

2.3.3. Taxa de respiração

Os produtos hortofrutícolas mesmo depois de colhidos continuam vivos, portanto a respirar. A respiração vegetal consiste na oxidação de açúcares e ácidos orgânicos para obtenção de energia, que produz, como resíduos, dióxido de carbono (CO₂) e água consumindo oxigénio (O₂) (Porte *et al.*, 2001). Alguns trabalhos experimentais têm demonstrado que tecidos vegetais com taxas de respiração elevadas e/ou baixas reservas de energia têm menor tempo de vida pós-colheita (Eskin, 1990). Em relação ao comportamento pós-colheita dos produtos agrícolas frescos, de uma forma geral, pode-se dizer que a taxa respiratória e a longevidade pós-colheita estão inversamente relacionadas. Considerando que a taxa respiratória está correlacionada com a perecibilidade, interessa conhecer os factores que a influenciam e que a seguir se descrevem nas duas secções referidas.

2.3.3.1. Factores Internos

A taxa de respiração difere de espécie para espécie, assim como também existem diferenças na taxa respiratória entre cultivares da mesma espécie. O metabolismo dos órgãos vegetais está relacionado com o seu papel biológico. Tubérculos, como a batata, alguns frutos maduros, como a maçã, e frutos secos possuem taxas respiratórias baixas. Já as folhas e as inflorescências tendem a ter taxas respiratórias elevadas. De uma forma geral, a taxa respiratória dos órgãos vegetais diminui durante o desenvolvimento e maturação. Produtos que são colhidos num estado precoce de maturidade, enquanto se encontram em crescimento activo (*ex*: espargo, brócolo) possuem taxas respiratórias muito elevadas. O padrão respiratório climatérico é uma excepção à regra geral da diminuição da taxa respiratória durante a maturação e após a colheita (Almeida, 2005). Durante a fase de amadurecimento, no fim do desenvolvimento ou maturação de alguns frutos, pode ocorrer um aumento de 2 a 4 vezes da taxa de respiração, em função da temperatura e de outras condições, consoante o fruto, e em comparação com as taxas de respiração pré-climatéricas. Este comportamento foi denominado de padrão respiratório climatérico (ver Tabela 3) (Calbo *et al.*, 2007).

Basicamente, após colheita o fruto continua o seu amadurecimento, ao passo que nos não-climatéricos, como é o caso, por exemplo, dos citrinos, o amadurecimento pára na colheita (Kader, 2007).

Existe ainda variabilidade no comportamento respiratório de produtos cultivados em diferentes regiões, em diferentes anos e em sistemas de cultura distintos. Isto reflecte o efeito de factores pré-colheita na taxa de respiração (Kader, 2007)

Tabela 3: Taxa de respiração aproximada de algumas frutas e hortaliças a 20 °C (Calbo *et al.*, 2007).

| Produto | Respiração (ml kg ⁻¹ h ⁻¹) | Padrão respiratório |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------|
| Abacate (<i>Persea americana</i>) | 30 | climatérico |
| Abóbora cv. Jacarezinho (<i>Cucurbita máxima</i>) | 45 | climatérico |
| Alface cv. Baba (<i>Lactuca sativa</i>) | 75 | não-climatérico |
| Alho cv. Amarante (<i>Allium sativum</i>) | 20 | não climatérico |
| Banana (<i>Musa spp</i>) | 30 | climatérico |
| Batata cv. Russet (<i>Solanum tuberosum</i>) | 20 | não-climatérico |
| Batata-baroa (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>) | 18 | não-climatérico |
| Batata-doce (<i>Ipomoea batatas</i>) | 13 | não-climatérico |
| Buriti (<i>Mauritia vinifera</i>) ¹ | 20 | climatérico |
| Cebola cv. São Paulo (<i>Allium cepa</i>) | 7 | não-climatérico |
| Chuchu (<i>Sechium edule</i>) | 20 | não-climatérico |
| Gueroba (<i>Syagrus oleracea</i>) ¹ | 50 | climatérico |
| Kiwi cv. Hayward (<i>Actinidia deliciosa</i>) | 7 | climatérico |
| Laranja (<i>Citrus sinensis</i>) | 17 | não-climatérico |
| Maçã cv. Golden Delicious (<i>Malus domestica</i>) | 12 | climatérico |
| Mandioca (<i>Manihot esculenta</i>) | 15 | não-climatérico |
| Manga (<i>Mangifera indica</i>) | 60 | climatérico |
| Maracujá amarelo (<i>Passiflora edulis</i>) | 45 | climatérico |
| Melão rendilhado (<i>Cucumis melo</i> var. <i>reticulatus</i>) | 30 | climatérico* |
| Pepino (<i>Cucumis sativus</i>) | 30 | não-climatérico |
| Pêssego | 35 | climatérico* |
| Pêra (<i>Pyrus communis</i>) | 14 | climatérico |
| Tomate cv. Kada (<i>Lycopersicum esculentum</i>) | 25 | climatérico* |

* Há genótipos não-climatéricos conhecidos nestas espécies.

** A taxa de respiração é muito dependente da cultivar e da condição fisiológica.

*** A resistência difusiva depende de cultivar e é afetada por tratamentos, como a aplicação de cera.

¹ Adaptado de Santelli (2006)

2.3.3.2. Factores Ambientais

O efeito da temperatura na taxa de respiração é determinante. A elevação da temperatura causa um aumento exponencial da taxa de respiração e também causa redução exponencial da vida útil das frutas e hortaliças, correlacionada com os efeitos da temperatura sobre a respiração na maioria dos produtos vegetais (Calbo *et al.*, 2007). Em produtos susceptíveis a danos pelo frio, verifica-se uma maior taxa de respiração a temperaturas inferiores à temperatura óptima do que a temperaturas superiores. Estes produtos também manifestam um aumento anormal da respiração quando transferidos para temperaturas acima do limite de refrigeração (Almeida, 2005; Del Nobile, 2006).

A taxa de respiração decresce com a redução da concentração de O₂ na atmosfera circundante do produto e quando esta atinge uma concentração crítica, as células entram em anaerobiose (Barth, *et al.*, 2002). Abaixo dessa concentração, a taxa respiratória, medida através da produção de CO₂ aumenta (efeito de Pasteur). O aumento da concentração de CO₂ inibe as reacções de descarboxilação que ocorrem no processo respiratório normal (*ex.*: no ciclo dos ácidos tricarbóxicos e na conversão de malato a piruvato), o que leva à acumulação de etanol e acetaldeído. A taxa respiratória (medida através do consumo de O₂) diminui com o aumento da concentração de CO₂ (Almeida, 2005; Del Nobile, 2006; Porte *et al.*, 2001).

Por outro lado o processamento mínimo, através da ruptura dos tecidos vegetais (corte), provoca o aumento na velocidade de respiração e, em alguns casos, a produção de etileno. A taxa respiratória dos alimentos minimamente processados é aumentada de 3 a 7 vezes, em relação ao tecido intacto, o que se traduz num rápido consumo de oxigénio dentro da embalagem (Porte *et al.*, 2001).

2.4. Embalamento em atmosfera modificada – MAP

2.4.1. MAP como método de conservação

O embalamento em atmosfera modificada (MAP, do inglês Modified Atmosphere Packaging), é uma tecnologia de conservação muito utilizada pela indústria dos produtos minimamente processados. Implica a alteração dos gases que envolvem o produto no interior da embalagem obtendo uma composição diferente da composição do ar (Al-Ati *et al.*, 2002; Rico *et al.*, 2007). Os danos físicos causados pelas etapas do processamento

mínimo (ex: corte), tornam estes produtos mais perecíveis e susceptíveis ao ataque de microrganismos sendo as embalagens com atmosfera modificada uma alternativa com grande potencial para estender a o seu tempo de vida (Barth *et al.*, 1993; Fourney *et al.*, 1989; Heimdal *et al.*, 1995; Wiley, 1994).

O ar seco da atmosfera padrão tem 78,1% de N₂, 20,9% de O₂, 0,03% de CO₂ e cerca de 1% de árgon e outros gases. Naturalmente, a composição da atmosfera num determinado local e momento varia; adicionalmente, a atmosfera contém vapor de água e poluentes, nomeadamente etileno. A alteração da concentração de determinados gases na atmosfera pode afectar a qualidade pós-colheita de produtos hortofrutícolas. O embalamento em atmosfera modificada tira partido da composição da atmosfera para regular o metabolismo dos vegetais e a actividade microbiana. Os gases cujas concentrações são, mais frequentemente, objecto de alteração são o oxigénio (O₂) e o dióxido de carbono (CO₂), sendo o remanescente constituído por N₂ (Almeida, 2005).

Na atmosfera modificada os produtos hortofrutícolas são fechados em filmes plásticos, recipientes ou contentores que apresentam uma determinada permeabilidade aos gases. A alteração da composição da atmosfera pode ser alcançada: (i) de forma passiva, sendo a embalagem fechada com atmosfera normal de ar e a alteração da sua composição determinada pela taxa de respiração e pela permeabilidade das barreiras (filmes); (ii) ou de uma forma activa, quando todo o ar é removido do interior da embalagem, sendo depois injectada a mistura de gases pretendida. Em qualquer dos casos, depois de selada a embalagem, deixa de poder ser exercido qualquer controlo da composição da atmosfera, e esta vai-se alterar inevitavelmente devido à respiração dos produtos e à permeabilidade dos filmes (Al-Ati *et al.*, 2002; Sivertsvik *et al.*, 2002).

A diminuição da concentração de O₂ disponível para as frutas e vegetais reduz a taxa de respiração, que geralmente requer no mínimo de 1 a 3% de oxigénio, dependendo do produto, para evitar a mudança de respiração aeróbica para anaeróbica. Sob condições anaeróbicas, a via glicolítica substitui o ciclo de Krebs como a principal fonte de energia para os vegetais. O ácido pirúvico é descarboxilado para formar acetaldeído, e a partir deste, CO₂ e etanol, resultando no desenvolvimento de sabor indesejável acompanhado do rompimento e escurecimento dos tecidos (Porte *et al.*, 2001; Kays, 1991).

Concentrações elevadas de CO₂, superiores a 20%, podem, em níveis adequados, reduzir a taxa respiratória de frutas e vegetais frescos. No entanto, dependendo do produto e da concentração de oxigénio, pode ocorrer acumulação de etanol e acetaldeído

e danos nos tecidos vegetais (Porte *et al.*, 2001; Rico *et al.*, 2007). Porém, e segundo Watada e Qi (1999), os produtos frescos minimamente processados provavelmente podem tolerar concentrações extremas de O₂ e CO₂ pelo facto de possuírem menor epiderme ou cutícula a restringir a difusão de gases, assim como a distância da difusão de gás do centro do produto à extremidade ser muito menor do que no produto inteiro (Kader *et al.*, 1989).

O armazenamento de frutas e vegetais em concentrações de 5 a 20% de CO₂ pode causar mudança na actividade de enzimas específicas do metabolismo respiratório, com efeito de desacoplamento na fosforilação oxidativa. Deste modo, níveis elevados de CO₂ inibem enzimas do ciclo de Krebs, e, portanto, a respiração aeróbica, induzindo a respiração anaeróbica. Porém, tal como referido por Porte *et al.* (2001) estes resultados podem variar conforme o tipo de alimento e condições de cultivo (irrigação, clima, fertilização, etc.).

A atmosfera modificada pode reduzir o consumo de oxigénio e a produção de CO₂. A redução do O₂ e/ou elevação do CO₂ para reduzir a taxa respiratória de frutas e vegetais minimamente processados tem sido reconhecida como a principal razão dos efeitos benéficos da atmosfera modificada e/ou controlada (Kader, 2007). Porém, a deterioração pós-colheita de vegetais e frutas frescas pode ser causada por muitos factores adicionais à taxa de respiração, que incluem: mudanças metabólicas (mudanças bioquímicas associadas com o metabolismo respiratório, biossíntese e acção do etileno), danos físicos, perda de água, desordens fisiológicas e microbiológicas (Porte *et al.*, 2001; Rico *et al.*, 2007)

O etileno (C₂H₄) é uma hormona produzida endogenamente, talvez, por todas as plantas. Em concentrações, mesmo muito baixas (cerca de 0,1 ml/L), pode induzir uma série de respostas fisiológicas, incluindo o amadurecimento, senescência e outras desordens fisiológicas (Almeida, 2005; Kader, 2007; Porte *et al.*, 2001). A utilização de concentrações de O₂ abaixo de 8% diminui a produção de etileno pelas frutas frescas e vegetais. O oxigénio é necessário para a produção e acção do etileno. Sob condições anaeróbicas, a conversão de ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano (ACC) a etileno é inibida, resultando na acumulação de ACC no tecido, já que os passos iniciais da biossíntese de etileno, a partir da metionina, ocorrem na ausência de O₂ (Kader, 2007; Porte *et al.*, 2001). No entanto verificou-se que, ocorre redução da síntese de etileno

desde que a concentração de O₂ seja inferior a 8% e redução da sensibilidade ao etileno se a concentração de CO₂ for superior a 1% (Almeida, 2005; *Porte et al.*, 2001).

O CO₂ previne ou retarda os efeitos prejudiciais do etileno em frutas e vegetais frescos, tais como a perda de firmeza e a incidência de desordens fisiológicas. O modo de acção do CO₂ na inibição ou redução dos efeitos do etileno ainda não está claro, mas sugere-se que o CO₂ compete com o etileno pelo sítio de ligação. A produção de etileno por frutas e hortaliças processadas pode ser incrementada em até 20 vezes, quando comparada com o mesmo vegetal intacto (*Porte et al.*, 2001).

Por outro lado, atmosferas extremas, ou simplesmente desadequadas aos produtos, podem provocar potenciais efeitos negativos tais como: (i) a iniciação ou agravamento de certos acidentes fisiológicos; (ii) o amadurecimento irregular de frutos; (iii) aparecimento de aromas e odores desagradáveis resultantes da respiração anaeróbia ou reacções enzimáticas; (iv) aparecimento de danos causados por O₂ muito baixo ou CO₂ muito elevado que podem resultar num aumento da susceptibilidade a doenças (Almeida, 2005; *Porte et al.*, 2001).

Conforme documentado por vários autores, têm sido alcançados alguns benefícios quando esta tecnologia (MAP) é aplicada a produtos frescos e cortados, tais como a redução da taxa de respiração, redução na actividade de peroxidases e manutenção do conteúdo de clorofila, ácido ascórbico e aparência do produto (Carnelossi, 2000; Heimdal *et al.*, 1995; Simons *et al.*, 1997; Schlime *et al.*, 1994; Teles, 2001).

2.4.2. Efeitos do MAP na qualidade nutricional de vegetais frescos minimamente processados

Um número cada vez maior de estudos tem demonstrado que os hortofrutícolas são muito importantes para a promoção da saúde. (González *et al.*, 2002; Lock *et al.*, 2005; Schroeder *et al.*, 2003; Steinmetz e Potter, 1996)

Os frutos e hortícolas contêm vitaminas essenciais, minerais e fibras que podem contribuir para a protecção de doenças crónicas. Os consumidores de frutas e hortícolas, apresentam menor risco de contraírem doenças crónicas, tais como doenças cardiovasculares e certos tipos de cancro, quando esse mesmo consumo faz parte de

uma alimentação equilibrada (Lock *et al.*, 2005; Schroeder *et al.*, 2003; Sjostrom *et al.*, 2005; Steinmetz e Potter, 1996;).

Há uma crença generalizada de que o processamento leva a perdas nutricionais nos alimentos. Os produtos hortofrutícolas frescos são encarados como mais saudáveis do que os congelados ou enlatados (Klein, 1987). Este cenário criou uma oportunidade de mercado para uma nova categoria de produtos – os produtos hortofrutícolas minimamente processados (Soliva-Fortuny *et al.*, 2003).

O conhecimento do impacto nutricional das operações de processamento mínimo constituirá uma ferramenta valiosa para a indústria que os produz e para os consumidores que procuram produtos convenientes e ricos nutricionalmente (Rocha *et al.*, 2003).

2.4.3. MAP como método de estabilidade microbiológica de produtos minimamente processados

Os vegetais e frutas, pelas suas características de produção, são produtos que podem conter uma carga microbiana diversa, devido ao contacto com o solo, ar, chuva e posteriormente pela manipulação pós-colheita. Tratamentos como cortes, que expõem grandes superfícies do produto, podem provocar proliferação microbiana 6 a 7 vezes superior à verificada em alimentos intactos. Até microrganismos não deteriorantes noutras condições, podem degradar o produto após a perda da protecção natural que as cascas representam (Aquino *et al.*, 2010; Brackett, 1997). A atmosfera existente dentro da embalagem é fundamental na selecção da flora microbiana presente (Porte *et al.*, 2001).

O efeito bacteriostático de elevadas concentrações de CO₂ e reduzidas concentrações de O₂ é conhecido há já algum tempo, mas a forma como estes actuam sobre os microrganismos depende da concentração do gás, da temperatura e da tolerância do alimento ao microrganismo, entre outros factores (Aquino *et al.*, 2010; Daniels *et al.*, 1985). Segundo Brackett (1997), estes efeitos sentem-se para concentrações entre 5% e 25% de CO₂, quando sujeitos a temperaturas diferentes. As temperaturas baixas aumentam a solubilidade do dióxido de carbono, acentuando os efeitos bacteriostáticos, cuja acção máxima ocorre a 1°C (Brackett, 1997; Daniels *et al.*, 1985).

O CO₂ interfere no metabolismo celular dos microrganismos mais sensíveis, pois as altas concentrações podem seleccionar microrganismos anaeróbios facultativos ou estritos, como por exemplo as bactérias lácticas e as bactérias acéticas (Daniels *et al.*, 1985).

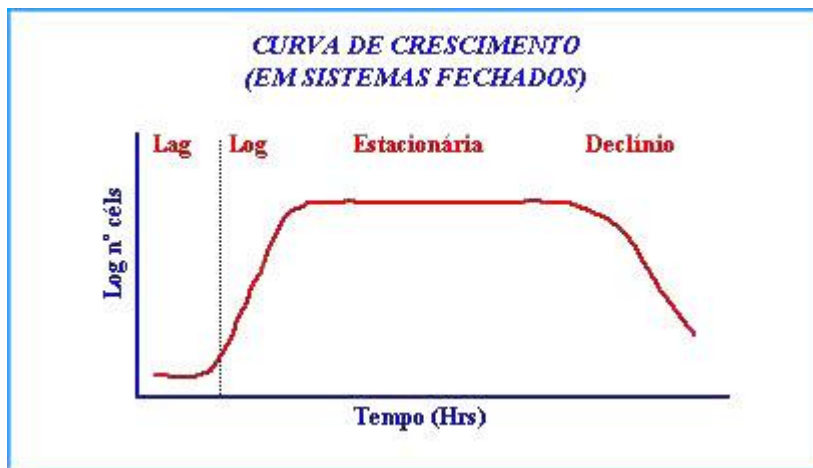


Figura 3: Curva de crescimento padrão de microrganismos em sistema fechado (Fonte: anón., <http://vsites.unb.br/ib/cel/microbiologia/crescimento/crescimento.html>, 2010).

O crescimento de microrganismos num sistema fechado caracteriza-se por uma fase lag que é de período variável, em que ainda não existe um aumento significativo da população de microrganismos, permanecendo o seu número praticamente inalterado, seguida de uma fase log onde ocorre um crescimento exponencial. Após esta, segue-se a fase estacionária, onde devido à escassez de nutrientes o número de microrganismos formado é igual ao número de microrganismos que morre, havendo um equilíbrio, e a fase de declínio, na qual a maioria dos microrganismos já se encontra a morrer não só pela falta de nutrientes mas também pela presença de produtos tóxicos do seu crescimento, tal como se mostra na Figura 3. O CO₂ pode também aumentar a fase lag e o tempo de geração no ciclo de crescimento dos microrganismos (fase log). No aumento ou extensão da fase lag, o CO₂ actua como agente que desloca o oxigénio, e quando substituído por azoto, não provoca o mesmo efeito bacteriostático. Desta forma, parece que a redução do oxigénio disponível não constitui uma limitação ao crescimento dos microrganismos, sendo esta provocada pela presença de CO₂. No segundo caso, de aumento do tempo de geração no ciclo de crescimento, o mesmo ocorre pela acidificação do meio provocada pela dissolução do CO₂ em solução (Aquino *et al.*, 2010; Daniels *et al.*, 1985; Hintlian *et al.*, 1986).

Como o pH dos alimentos minimamente processados está na faixa favorável à reacção do CO₂ com a água (H₂O) para a formação de ácido carbónico (H₂CO₃), este ácido

promove a alteração do pH do meio retardando o desenvolvimento microbiano. No entanto, este mecanismo gera alguma discórdia, pois a existência de outros ácidos que provocam o mesmo efeito acidificante nas células não exerce o efeito bacteriostático do ácido carbónico (Aquino *et al.*, 2010; Daniels *et al.*, 1985; Porte *et al.*, 2001) ().

Outro mecanismo está relacionado com a capacidade que o CO₂ tem de se introduzir nos tecidos, sendo quase 30 vezes maior que a do oxigénio. Este efeito, juntamente com os iões bicarbonato, afecta a estrutura da membrana celular, desidratando-a e aumentando a permeabilidade, desequilibrando o meio intracelular. Este último mecanismo seria o efeito inibitório do CO₂ sobre enzimas do metabolismo dos microrganismos. Altas concentrações de CO₂ inibem a acção da oxaloacetato descarboxilase, da fumarato e succinato desidrogenase e da citocromo c oxidase, aumentando a formação de succinato (Daniels *et al.*, 1985).

O risco microbiológico potencial está sempre presente qualquer que seja a atmosfera a envolver o produto, pelo que a alteração da atmosfera não substitui a refrigeração. Até porque atmosferas diferentes da atmosfera normal (ar) podem inibir o crescimento de microrganismos deterioradores, permitindo o crescimento de outros que, se não apresentarem no produto sinais de deterioração, poderão ser ingeridos com o alimento. Assim, o recurso ao embalamento em atmosfera modificada como método para aumentar o tempo de vida do produto deve ser rigorosamente estudado (Hintlian *et al.*, 1986).

2.4.4. Efeito do MAP na qualidade organoléptica de produtos minimamente processados

A alteração das propriedades organolépticas dos produtos minimamente processados são facilmente percebidas quando em estado avançado de degradação. São muitas vezes associadas a alterações de textura, cor, sabor e cheiro. Sendo o cheiro, aquele que provavelmente, mais se manifesta e reconhece na abertura de uma embalagem de PMP.

O mau odor encontrado em muitos estudos experimentais em hortaliças embaladas em atmosfera modificada está relacionado com a peroxidação enzimática de ácidos gordos insaturados, catalisada por lipoxidases, que produzem aldeídos e cetonas, como o n-hexanal, resultante da quebra de hidroperóxidos. Os próprios hidroperóxidos, devido à

sua instabilidade química, podem comprometer a integridade de membranas celulares e proteínas, facilitando outras desordens fisiológicas (Porte *et al.*, 2001; Rico *et al.*, 2007; Varoquaux e Wiley, 1997).

2.5. Materiais de embalagem

A embalagem, nas suas mais diversas formas, está omnipresente no manuseamento dos produtos hortofrutícolas. Os produtos hortofrutícolas embalados podem ser manuseados mais convenientemente do que as unidades individuais, manuseadas a granel (Almeida, 2005).

As embalagens dos produtos hortofrutícolas devem ser desenhadas com tamanho adequado para que os produtos sejam facilmente comercializados e distribuídos. A sua função é proteger os produtos frágeis contra danos durante a distribuição, e manter a sua forma e resistência inicial durante tempos prolongados sob condições de humidade relativa elevada e muitas vezes após contacto com água. Muitas embalagens estão desenhadas para facilitar um rápido arrefecimento dos produtos, facilitando a remoção contínua do calor produzido pelos produtos. Devem permitir um fácil manuseamento por pessoas e máquinas, em operações de pequeno e de grande volume, assim como devem fornecer a informação necessária sobre o produto e, também, ser adequadas e atractivas quando usadas para exibição ao consumidor (Kader, 2007).

Sob o ponto de vista logístico, consideram-se três categorias de embalagem: a unidade de consumo, a unidade comercial e a unidade logística. A unidade de consumo é também designada por embalagem de venda ou embalagem primária. É aquela que está em contacto directo com o produto e se destina a ser adquirida pelo consumidor num ponto de venda a retalho; a unidade comercial ou embalagem secundária é uma embalagem que agrupa várias unidades de consumo. É concebida para facilitar o manuseamento, armazenamento, preparação de encomendas e expedição e não se destina à venda a retalho; a unidade logística também referida como embalagem terciária ou de transporte, que frequentemente é uma palete, sendo concebida para agrupar várias unidades durante a expedição (Almeida, 2005).

Um determinado produto hortofrutícola pode ser acondicionado satisfatoriamente em diversos tipos de embalagens. Tendo em consideração apenas critérios técnicos, as

opções dependem de diversos factores, tais como as condições ambientais, as características da cadeia logística, métodos de manuseamento e de transporte, custo e disponibilidade dos materiais (Kader, 2007).

Independentemente de outras considerações, segundo Almeida (2005) as embalagens devem cumprir os seguintes requisitos fundamentais:

- Devem possuir resistência mecânica suficiente para proteger o conteúdo durante o manuseamento, transporte e enquanto estiverem empilhadas;
- A resistência mecânica da embalagem não deve sofrer alterações apreciáveis devido ao teor de humidade, quer esteja molhada ou em atmosferas com elevada humidade relativa;
- A embalagem deve estabilizar e imobilizar os produtos, evitando o seu movimento dentro da embalagem durante o manuseamento e transporte;
- Não devem conter substâncias químicas que possam migrar para os produtos, contaminar ou serem tóxicos para o produto ou para os seres humanos;
- Devem cumprir as exigências de manuseamento e de comercialização, em termos de peso, tamanho, e forma;
- Permitir o arrefecimento rápido (pré-arrefecimento) do conteúdo e/ou um certo grau de isolamento do calor ou do frio exteriores;
- Usar barreiras de gases (filmes de plástico) com permeabilidade suficiente aos gases respiratórios para evitar riscos de anaerobiose;
- Fornecer segurança ao conteúdo e/ou facilidade de abertura e fecho nalgumas situações de mercado;
- Identificar o conteúdo, conter instruções de manuseamento, auxiliar a apresentação do produto no ponto de venda, através de informação completa e correcta na etiqueta;
- Excluir luz (ex: batata) ou ser transparente (ex: plantas vivas);
- Facilitar a eliminação, reutilização ou reciclagem.

Um dos principais objectivos da embalagem passa pela protecção do seu conteúdo. A redução dos danos por impacto consegue-se através do manuseamento mecânico das embalagens e das condições ergonómicas do manuseamento manual. Os danos por compressão previnem-se evitando o sobre-enchimento das embalagens e impedindo a falha estrutural. Os danos por vibração previnem-se através da imobilização dos produtos

dentro da embalagem. O acondicionamento pode ser mais protector, através do envolvimento das unidades (em papel por exemplo), ou do seu isolamento em alvéolos ou através da utilização de materiais que absorvam energia mecânica (tapetes almofadados) (Almeida, 2005; Kader, 2007).

2.5.1. Embalagem nos produtos minimamente processados

Os requisitos para embalagens destinadas a PMP são aqueles acima referidos, no entanto, é necessário, também, ponderar a utilização de filmes com determinado grau de permeabilidade. A permeabilidade da embalagem deve ser escolhida de acordo com as taxas de respiração dos vegetais, principalmente no que diz respeito à sua permeabilidade aos gases O₂, CO₂ e etileno. Os filmes actualmente indicados são: polietileno (PE) com diferentes densidades, copolímero de etileno e acetato de vinila (EVA), policloreto de vinila (PVC), poliestireno (PS), filmes poliolefínicos, polipropileno biorientado (BOPP), filmes coextrusados à base de polietileno e poliamida e filmes microperfurados (inclusive a laser) (Sarantópoulos *et al.*, 2001).

A utilização de filmes microperfurados ou perfurados apresenta a possibilidade de adequar a permeabilidade do filme ao produto (Sarantópoulos *et al.*, 2003). A espessura é também um factor de controlo da permeabilidade. Segundo um estudo realizado por Teles (2000), o uso de filmes de polietileno de baixa densidade com três espessuras diferentes (25, 30 e 65 µm) para acondicionar couve minimamente processada, levou à conclusão de que as embalagens PEBD 30 e 65 foram inadequadas para a conservação do produto, devido à baixa permeabilidade ao O₂ e CO₂, o que levou à produção de odores desagradáveis, perda de textura e exsudação de líquidos.

A perda de humidade nos produtos minimamente processados, além de comprometer a qualidade tecnológica, afecta também o valor económico. Assim, a embalagem deve ser adequada para evitar a perda de massa do produto embalado. Pesquisas realizadas por Geraldine (2000), com bandejas de poliestireno expandido contendo alho minimamente processado, apresentaram uma perda de 12% quando envolvidas numa camada de PVC, e de 3% quando envolvidas em 4 filmes de PVC. Verificou-se também que, quanto maior o número de filmes de PVC, menor foi o escurecimento do produto. O alho envolto com uma camada de filme de polietileno apresentou menor tempo de prateleira, o que foi

ocasionado pela condensação de água no interior das embalagens, propiciando o desenvolvimento de microrganismos.

Conclui-se, portanto, que a embalagem tem um papel importante para minimizar a perda de água das frutas e hortaliças. Para além do uso de vários tipos de filmes para formação das embalagens de PMP o recurso a bandejas de plástico (polietileno, poliestireno expandido, etc) com permeabilidades muito baixas, seladas com filme, poderá ser uma boa opção para reduzir as perdas de massa devido às perdas de água, após o embalamento (Almeida, 2005).

2.6. Efeito da temperatura no tempo de vida útil dos hortofrutícolas frescos

Como já foi referido na secção 2.3.3.2., a elevação da temperatura causa um aumento exponencial da taxa de respiração e conseqüente redução exponencial do tempo de vida útil das frutas e hortaliças. Dos vários métodos utilizados no controlo e/ou redução da deterioração microbiana, o uso de temperaturas baixas tem-se apresentado como um dos mais eficientes (Soares, 2010).

A segurança dos alimentos minimamente processados e a sua qualidade estão intimamente relacionadas com a metodologia de processamento, o uso de embalagens apropriadas e as condições adequadas de armazenamento. A composição da atmosfera, juntamente com a temperatura, constituem factores que podem ser manipulados, no processamento do alimento, sem grande dificuldade (Soares, 2010).

O tempo de vida útil, dependendo do tipo de produto e do processamento mínimo aplicado, pode variar entre 7 a 20 dias, quando mantidos nas temperaturas recomendadas (Watada *et al.*, 1999). A extensão deste tempo é objecto de estudo dos especialistas em pós-colheita. Segundo Shewfelt (1986), uma forma de se alcançar este objectivo é melhorar as condições ambientais para diminuir a taxa de respiração do vegetal e o crescimento microbiano.

A temperatura é, provavelmente, o factor mais importante que afecta as actividades respiratórias, metabólicas, enzimáticas, a transpiração e o crescimento microbiano em produtos minimamente processados. O controlo apropriado da temperatura pode inactivar ou retardar essas transformações indesejáveis (Kader, 2007). Como as frutas e hortaliças são cultivadas e colhidas à temperatura ambiente, é comum a predominância de

bactérias mesofílicas. Entretanto, o tratamento de refrigeração que ocorre na maioria dos alimentos minimamente processados pode modificar este quadro, contribuindo para a predominância de psicotróficos. Temperaturas de refrigeração exercem efeito de redução da proliferação microbiana em frutas e hortaliças (Calbo *et al*, 2007).

2.7. Actividade Antioxidante

Como referido anteriormente há registos de que os vegetais têm a propriedade de proteger o organismo humano contra doenças e certos tipos de cancros, devido aos seus constituintes antioxidantes (Nicoli *et al.*, 1999; Anderson *et al.*, 1999). O efeito protector e preventivo que estes alimentos exercem tem sido atribuído aos compostos bioactivos com propriedades antioxidantes, amplamente distribuídos nos vegetais, e dos quais se destacam os compostos fenólicos, além do β -caroteno, vitamina C e vitamina E (Rice-Evans *et al.*, 1996).

Num estudo conduzido por Harborne (2001), verificou-se que os organismos vegetais que estão sujeitos a temperaturas elevadas e demasiado expostos à luz solar, como num clima mediterrânico, desenvolvem a capacidade de produzir compostos capazes de lhes conferirem autoprotecção face à radiação ultravioleta, minimizando assim o efeito da degradação por oxidação, bem como o envelhecimento prematuro (Harborne, 2001).

Um antioxidante é considerado um composto que protege um organismo contra o efeito nocivo de processos ou reacções que podem causar oxidação excessiva (Krinsky, 1994). Evidências epidemiológicas crescentes do papel de alimentos ricos em compostos bioactivos, de natureza antioxidante, na prevenção de certas doenças têm conduzido ao desenvolvimento de um grande número de métodos para determinar a actividade antioxidante (Pérez-Jiménez *et al.*, 2006)

As hortaliças são fontes importantes de diversos compostos antioxidantes como vitamina C, compostos fenólicos, vitamina E e carotenóides. Esta é uma das razões porque o consumo de frutas e hortaliças é continuamente incentivado (Chu *et al.*, 2000; Howard *et al.*, 1999). A actividade antioxidante dos componentes bioactivos depende da sua estrutura química e da concentração destes fitoquímicos no alimento, cujo teor é amplamente influenciado por factores genéticos, grau de maturação, variedade da planta, e condições ambientais, entre outros. Além disso, o processamento dos alimentos pode

afectar o teor, a actividade e a biodisponibilidade destes compostos (Nicoli *et al.*, 1999; Robards *et al.*, 1999), uma vez que podem ser degradados ou lixiviados em determinadas etapas do processamento mínimo. Como exemplo, e embora existam resultados controversos, em geral, temperaturas de armazenamento mais baixas parecem reduzir as perdas de ácido ascórbico e de compostos fenólicos em alimentos (Campos *et al.*, 2008).

Estudos desenvolvidos por Nicoli e seus colaboradores (1999), apontaram para consequências diferentes da armazenagem e processamento sobre as propriedades antioxidantes dos alimentos, como: perda de antioxidantes naturalmente presentes, melhoria da capacidade antioxidante dos compostos naturalmente presentes, formação de novos compostos com actividade antioxidante ou pró-oxidante ou, ainda, nenhuma mudança na concentração de antioxidantes naturalmente presentes.

3. Materiais e Métodos

Neste capítulo são descritos os materiais e métodos usados no processamento das amostras estudadas, assim como todos os procedimentos adoptados nas análises realizadas.

3.1. Matérias-primas

Utilizaram-se Couves repolho, *Brassica oleracea var. capitata cultivar Capehorn*, comumente chamados de “coração de boi”, e cenouras, *Daucus carota L. var. não especificada* (Figura 4). As couves repolho apresentavam-se completamente formadas e desenvolvidas, com cabeça compacta e folhas bem imbricadas. As cenouras apresentavam raízes bem formadas, de aspecto fresco, devidamente lavadas e isentas de terra. Os vegetais eram provenientes de uma empresa produtora agrícola local, tendo sido transportados para o Laboratório de Tecnologia Alimentar da ESTG.



Figura 4: Imagens de couve repolho e de cenoura.

3.2. Amostras minimamente processadas

O processamento mínimo consistiu das etapas de selecção, pré-lavagem, corte, desinfecção, centrifugação e embalagem, tal como descrito na Figura 5.

Na etapa de selecção/preparação, os vegetais foram preparados para as etapas seguintes, sendo rejeitadas todas as partes aparentemente danificadas, não comestíveis como as folhas exteriores impróprias para processamento no caso da couve. Da mesma forma, na cenoura foram removidas as extremidades e todas as áreas danificadas inviáveis para o processamento mínimo, sendo também removida a casca.

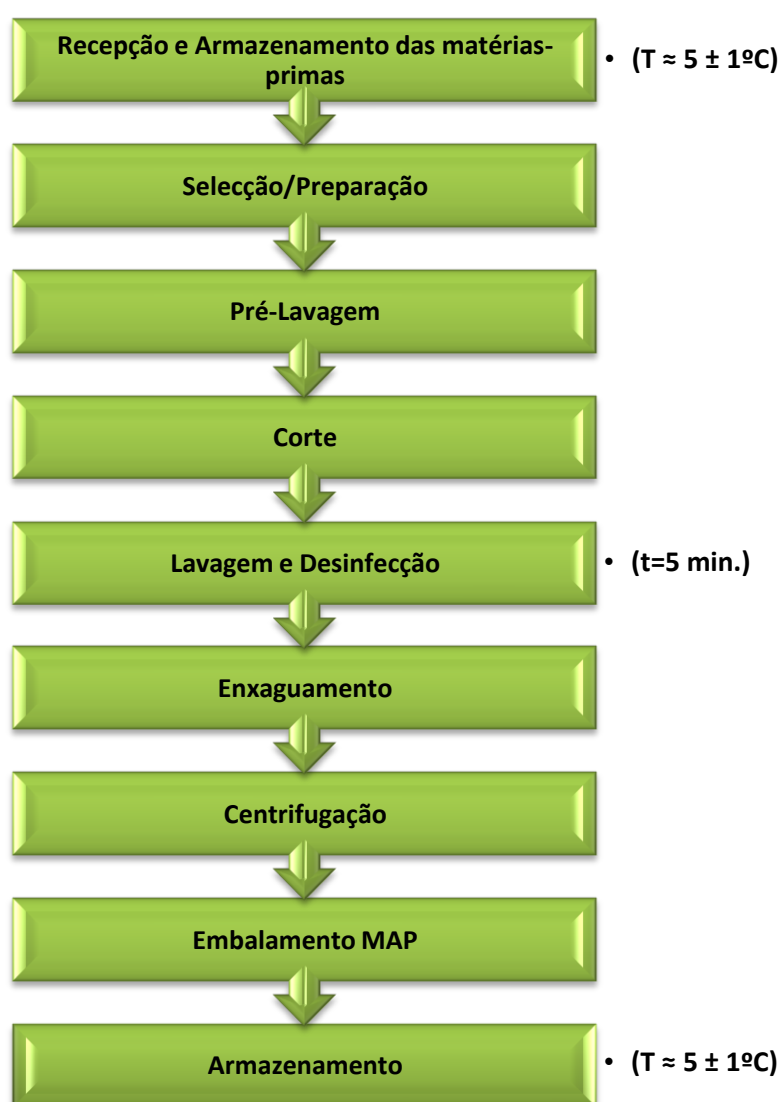


Figura 5: Fluxograma geral do processamento mínimo de vegetais.

Após a desinfecção procedeu-se a uma lavagem (enxaguamento) com água para remoção da solução desinfectante, seguida de centrifugação para remoção do excesso de água. Na elaboração do estudo final não foi efectuada a etapa de enxaguamento pois foi verificado, como se refere à frente no capítulo de discussão de resultados, que a água usada para remoção não garantia boa qualidade microbiológica. Os vegetais devidamente cortados e desinfectados foram divididos em porções de aproximadamente 150g (correspondente a cerca 1/3 do volume da embalagem) e acondicionados nas respectivas bandejas.



Figura 6: Couve e Cenoura cortadas.

As bandejas usadas neste estudo eram compostas por uma camada exterior de poliestireno expandido (EPS), uma camada intermédia de poliestireno de alto impacto (HIPS) e uma camada interior de polietileno (PE) e seladas com filme média barreira de poliamida e polietileno (PA/PE) para a modificação da atmosfera. As características do filme utilizado foram: Flexo-Vacuum PS-650, multilayer (1 folha de PA/ 1 folha de PE), espessura total 64 μm ; permeabilidade ao vapor de água de 6 $\text{g}/(\text{m}^2.\text{dia})$ a 38 $^{\circ}\text{C}$ e 90 % HR; permeabilidade ao O_2 de 100 $\text{cm}^3/(\text{m}^2.\text{dia}.1 \text{ Atm})$ a 23 $^{\circ}\text{C}$ e 75% HR.

As amostras foram embaladas em atmosfera modificada (MAP), com uma razão de volume de gás por produto de 3:1, numa termoseladora OCEANIA JOLLY 20, YANG SR L (ITÁLIA), que remove todo o ar existente nas embalagens e câmara de selagem, injectando depois a mistura pretendida de gases efectuando a respectiva selagem a 125 ± 5 $^{\circ}\text{C}$. A mistura de gases foi preparada na misturadora PBI DANSENSOR A/SMAP

MIX8000 EL e verificada através do analisador de gás CHECKMATE II (PBI, DANSENSOR, RINGSTED, DINAMARCA), antes de se proceder ao embalamento.



Figura 7: Bandejas com cenoura prontas para embalamento.

Finalizada esta etapa procedeu-se ao armazenamento das embalagens em câmara de refrigeração a 5 ± 1 °C por um período de 10 dias. Todas as amostras de vegetais foram embaladas em triplicado. Todas as etapas de processamento decorreram no Laboratório de Tecnologia Alimentar da Escola Superior de Tecnologia e Gestão.

3.3. Controlo da qualidade

3.3.1. Amostragem

Foram recolhidas amostras no dia do embalamento (0) e no 6^o, 8^o e 10^o dias de armazenamento para avaliação de parâmetros físico-químicos (actividade antioxidante, pH e cor), e um único parâmetro microbiológico (microrganismos totais a 30°C). Ao 8^o dia realizou-se a avaliação dos parâmetros sensoriais (análise descritiva quantitativa e de aceitabilidade).

Para além das amostras de vegetais embaladas em atmosfera modificada foram também embaladas amostras com as mesmas porções de vegetais mas com atmosfera normal (ar), isto é, sem modificação activa da atmosfera original. Em todos os períodos de amostragem (dias 0, 6, 8, 10) foram ainda efectuadas medições das atmosferas

existentes no interior da embalagem através do analisador de gás CHECKMATE II (PBI, DANSENSOR, RINGSTED DINAMARCA) a fim de se avaliar e perceber a evolução de cada atmosfera ao longo dos vários dias de armazenamento. Foram ainda efectuados outros registos resultantes da análise visual do estado das embalagens e dos vegetais.

3.3.2. Métodos físico-químicos

3.3.2.1. Actividade antioxidante

Para a quantificação da actividade antioxidante foi usado o método de determinação da actividade antioxidante total (AAT) pela captura do radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazil, que será referido como DPPH, (Brand-Williams *et al.*, 1995; Rufino *et al.*, 2007), ajustando-o às condições deste estudo. O método DPPH é baseado na captura do radical DPPH por antioxidantes, produzindo um decréscimo da absorbância a um comprimento de onda de 515 nm.

Tabela 4: Equipamentos materiais e reagentes. Actividade Antioxidante.

| Equipamentos e materiais | Reagentes |
|------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Agitador de tubos de ensaio | Acetona (Sigma-Aldrich) |
| Balança analítica | Metanol (Sigma-Aldrich) |
| Balão volumétrico 100 ml e 1.000 ml | Água destilada |
| Cronómetro | DPPH (2,2-Diphenyl-1-picryl-hidrazil)(Sigma) |
| Espectrofotómetro Cary 50 Scan - Varian | |
| Pipetas | |
| Proveta de 50 ml | |
| Tubos de ensaio com tampa roscada (8 ml) | |
| Tubos do tipo Costar (100ml) | |
| Centrifuga Centurion (modelo: 6660) | |
| Filtro de papel (Whatman) | |

As amostras utilizadas na determinação da AAT pelo método DPPH foram previamente liofilizadas e conservadas a -18 ± 1 °C, sendo devidamente acondicionadas em balão de fundo redondo e protegidas de qualquer ganho de humidade.

Preparação das Soluções

Solução de metanol a 50%

Num balão volumétrico de 1 L, adicionou-se 500 ml de metanol. Completou-se o volume para 1.000 ml com água destilada, procedeu-se à homogenização e transferência para um frasco de vidro, devidamente etiquetado.

Solução de acetona a 70%

Num balão volumétrico de 1 L, adicionou-se 700 ml de acetona. Completou-se o volume para 1.000 ml com água destilada, procedeu-se à homogenização e transferência para um frasco de vidro, devidamente etiquetado.

Solução controlo de metanol, acetona e água

Num balão volumétrico de 100 ml, adicionou-se 40 ml da solução de metanol 50% (descrita anteriormente) e 40 ml da solução de acetona 70% (descrita anteriormente). Completou-se o volume para 100 ml com água destilada, homogeneizou-se e transferiu-se para um frasco de vidro, devidamente etiquetado.

Solução de DPPH 0,06 mM

Dissolveu-se 2,4 mg de DPPH em metanol e completou-se o volume para 100 ml num balão volumétrico com metanol, homogeneizou-se e transferiu-se para um frasco de vidro âmbar, devidamente etiquetado. Esta solução só foi preparada no dia da análise e mantida ao abrigo da luz.

Determinação da curva de calibração do DPPH

Preparação das soluções

A partir da solução inicial de DPPH (0,06 mM), prepararam-se, em balões volumétricos de 10 ml, soluções conforme a Tabela 5. Em ambiente escuro, transferiu-se uma alíquota de, aproximadamente, 4 ml de cada solução de DPPH (Tabela 5) para cuvetes de vidro e realizou-se a leitura de absorbâncias a um comprimento de onda a 515 nm. Utilizou-se metanol, como branco (ou zero), para calibrar o espectrofotómetro. Foi construída a curva

de calibração Abs em função das concentrações padrão de DPPH e calculada a respectiva recta.

Tabela 5: Tabela de preparação das soluções usadas para determinação da curva DPPH

| Solução de DPPH | Solução de Metanol a 50% | Solução de Acetona a 70% |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| 0 | 10 | 0 |
| 1,7 | 8,3 | 10 |
| 3,3 | 6,7 | 20 |
| 5,0 | 5,0 | 30 |
| 6,7 | 3,3 | 40 |
| 8,3 | 1,7 | 50 |
| 10 | 0 | 60 |

Determinação da actividade antioxidante total (AAT) nas amostras de vegetais

Pesaram-se cerca de 5g de amostra e transferiu-se para tubos de centrifugação de 100 ml (no segundo estudo utilizou-se a amostra inteira enquanto no estudo final sofreu uma redução a pó fino com a finalidade de maximizar a extracção), adicionou-se 40 ml de metanol a 50% (preparada como descrito anteriormente) sendo homogenizada e deixada 60 minutos, em repouso à temperatura ambiente. De seguida, centrifugou-se a 15.000 rpm durante 15 minutos, transferiu-se o sobrenadante para um balão volumétrico de 100 ml. Ao resíduo desta extracção, adicionou-se 40 ml de acetona 70%, homogeneizou-se e deixou-se em repouso por mais 60 minutos, à temperatura ambiente. Centrifugou-se novamente a 15.000 rpm durante 15 minutos, e transferiu-se o sobrenadante para o balão volumétrico contendo o sobrenadante resultante da extracção com metanol e completou-se o volume para 100 ml com água destilada., Sendo recoberto com papel de alumínio para resguardar da luz.

Com o extracto obtido anteriormente, preparou-se, em tubos de ensaio, três diluições diferentes e em triplicado. O extracto utilizado no segundo estudo, foi decantado e nesta etapa usado directamente nas diluições enquanto que para o estudo final, nesta etapa, foi filtrado com recurso a filtro de papel, de modo a reter qualquer sólido que pudesse estar presente no extracto, impedindo que influenciassem os resultados das leituras de absorbância).

Em ambiente escuro, transferiu-se 0,1 ml de cada diluição do extracto para tubos de ensaio com 3,9 ml do radical DPPH (solução de DPPH 0,06 mM) e homogeneizou-se no agitador de tubos. Utilizou-se 0,1 ml da solução controlo (solução controlo de metanol, acetona e água) com 3,9 ml do radical DPPH, homogeneizou-se e leram-se as absorbâncias.

Utilizou-se a solução de metanol, como branco, para calibrar o espectrofotómetro. As leituras (515 nm) foram registadas a cada minuto, sendo observada a redução da absorbância até à sua estabilização, o que se verificou cerca de 30 minutos após o início da leitura. A leitura da absorbância final para o cálculo do EC50 (concentração efectiva para reduzir 50% da concentração do radical DPPH) só deve ser feita após a estabilização da absorbância (tempo EC50).

Equivalência do controlo e DPPH

A partir das absorbâncias obtidas das diferentes diluições dos extractos, foi construído o gráfico %RSA (actividade bloqueadora de radicais do inglês radical scavenging activity) em função da concentração (mg/ml) e determinou-se a equação da recta. Para calcular a AAT, através da recta obtida, substitui-se o valor de y por 50 (%RSA) e obtém-se o valor da concentração (mg/ml) em x, que corresponde à amostra necessária para reduzir em 50% a concentração inicial do radical DPPH (EC50).

$$\%RSA = \frac{Abs(\text{controlo}) - Abs(\text{amostra})}{Abs(\text{controlo})} \times 100$$

Todas as etapas deste procedimento foram realizadas no laboratório de Tecnologia Alimentar e no laboratório de Qualidade Alimentar da Escola Superior de Tecnologia e Gestão, à excepção da liofilização das amostras que foi realizada no laboratório de Bromatologia da Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto.

3.3.2.2. Avaliação do pH

Para a determinação do pH usou-se o método potenciométrico. Todas as amostras foram trituradas previamente e medido o pH à temperatura ambiente, com um eléctrodo de penetração FC232 acoplado a um medidor de pH HANNA HI99163 com compensação automática de temperatura. Os valores de pH registados resultam da média de três

medições realizadas em cada amostra. O medidor de pH foi sempre calibrado com soluções tampão de pH 4 e 7 (marca Sigma-Merck), à temperatura ambiente.

3.3.2.3. Avaliação da cor

A avaliação da cor das várias amostras de vegetais frescos foi feita através do método colorimétrico, recorrendo-se a um colorímetro Minolta CR300 (Japão), que permite medir as propriedades cromáticas dos materiais. Estas propriedades são desdobradas em coordenadas de um sistema de cor. Os registos foram efectuados recorrendo ao sistema de coordenadas $L^* a^* b^*$, definidas pela CIE - *Commission Internationale de l'Eclairage* - e cujas coordenadas estão directamente relacionados com as coordenadas X, Y e Z.

O sistema $L^* a^* b^*$ (também conhecido sob o nome de CIELab), é um sistema em que as coordenadas representam num sistema tridimensional, no qual uma cor é localizada por três valores:

- L^* , a luminância, expressa em percentagem (de 0 para o preto a 100 para o branco)
- a^* e b^* duas gamas de cor que vão respectivamente do verde ao vermelho e do azul ao amarelo com valores que variam entre -120 e +120.

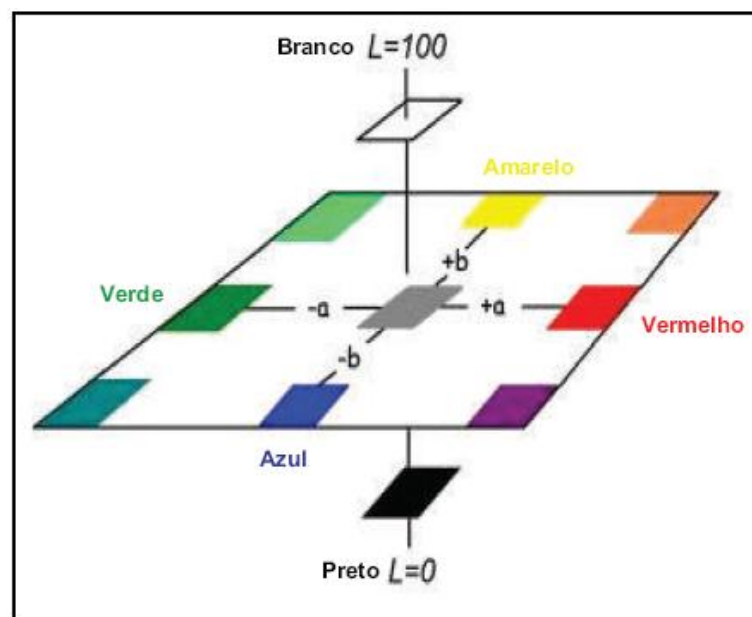


Figura 8: Sistema de coordenadas Lab da CIE. Fonte: SAFDSD

O equipamento foi calibrado com uma placa de cor branca, segundo instruções do fabricante. As amostras foram colocadas de forma a cobrir completamente uma placa de Petri. A toma de amostra do vegetal fresco foi pressionada pelo topo da cabeça medidora do colorímetro e depois accionado o equipamento para medição dos parâmetros cromáticos. Foram efectuadas medições em triplicado.

A diferença total de cor é definida pela seguinte equação:

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

onde, $\Delta L^*=L_0-L_t$; $\Delta a^*=a_0-a_t$ e $\Delta b^*=b_0-b_t$, sendo L_0 ; a_0 e b_0 as coordenadas correspondentes ao vegetal inicial e L_t ; a_t e b_t correspondentes às coordenadas de cor das amostras de vegetal obtidas no respectivo dia de amostragem.

Todas as etapas deste procedimento foram realizadas no laboratório de Análise Sensorial da Escola Superior de Tecnologia e Gestão, com controlo da intensidade de luz do laboratório

3.3.3. Contagem de microrganismos totais a 30°C – Plate Count Agar (PCA)

O único parâmetro microbiológico realizado foi a contagem de microrganismos totais a 30°C, nas amostras de couve e cenoura aos 0, 6, 8, e 10 dias de armazenamento, recorrendo ao método de Plate Count Agar (PCA).

A preparação da suspensão inicial e das respectivas diluições decimais foi feita de acordo com a norma ISO 6887-1:1999. Foram recolhidas 10g de cada amostra para um saco de “Stomacher” estéril, com 90g de solução triptona sal esterilizada. Num STOMACHER 400 (SEWARD), procedeu-se à homogenização da mistura durante 1 minuto. Desta etapa resultou a suspensão mãe (10^{-1}), a partir da qual foram feitas as diluições decimais necessárias (10^{-2} e 10^{-3}).

De acordo com a norma ISO 4833:2003, inoculou-se 1 ml em meio de cultura PCA (Plate Count Agar) e respectiva incubação a 30 ± 1 °C durante 72h. Após o período de incubação foi realizada a contagem de colónias, sendo o resultado expresso em unidades formadoras de colónias por grama de amostra (CFU/g) (CFU, do inglês colony-forming

unit). Todas as amostras foram analisadas em duplicado. Este procedimento realizou-se no laboratório de microbiologia da Escola Superior de Tecnologia e Gestão.

3.3.4. Avaliação sensorial

A análise sensorial de vegetais frescos conservados em MAP foi realizada em colaboração com a Eng.^a e Mestranda Joana Miranda, no âmbito do mestrado com o tema “Estudo de procedimentos para uma empresa de análise sensorial”.

As avaliações foram realizadas por um painel treinado, constituído por 7 provadores que avaliaram as propriedades organolépticas dos vegetais em estudo.

Antes da realização das provas, por parte do painel de provadores, foram realizadas sessões de treino, de forma a definir os parâmetros de avaliação e a conhecer todas as características típicas dos produtos.

No segundo estudo, as amostras foram fornecidas aos provadores, devidamente codificadas, devendo estes efectuar a avaliação dos diferentes atributos mencionados na folha de prova (aspecto geral, cor, aroma típico, sabor típico e textura durante a mastigação - ver folhas de prova no Apêndice 1), e proceder à quantificação numa escala apropriada.

Para além das provas realizadas com o painel, foi ainda efectuado um teste de consumidores com cada um dos produtos, de modo a verificar a aceitabilidade dos mesmos, usando uma escala hedónica de 9 pontos (Peryam e Pilgrim, 1957). Para tal, a cada um dos consumidores foi entregue a folha de prova que consta no Apêndice 1. As provas foram realizadas na cantina da ESTG, durante o almoço, com frequentadores habituais deste refeitório.

No estudo final utilizou-se novamente um painel de provadores treinado, constituído por 7 provadores. Foi realizada, mais uma vez, uma análise descritiva quantitativa (ADQ) das amostras. Foram apresentadas, aos provadores, amostras codificadas, correspondentes ao tempo de armazenamento de 0, 8 e 10 dias, de cada produto, sendo pedida a avaliação dos atributos sabor típico, aroma típico, textura, cor, brilho, aroma estranho, cheiro estranho e defeitos. As folhas de prova usadas nesta avaliação encontram-se no Apêndice 2.

A análise sensorial decorreu na sala de provas do laboratório de análise sensorial da Escola Superior de Tecnologia e Gestão.

3.4. Análise estatística dos resultados

Os resultados obtidos foram, numa primeira fase, analisados através de valores estatísticos univariados, como a média e o desvio padrão, para proceder a uma análise geral e descrição dos resultados.

Os parâmetros microbiológicos e físico-químicos foram analisados recorrendo à Análise dos Componentes Principais (ACP), a fim de observar os dados de um modo geral e avaliar as principais características e a sua alteração ao longo do período de armazenamento (dias 0, 6, 8, e 10).

Na análise sensorial, as diferenças entre produtos ou entre provadores, foram analisadas através de uma Análise de Variáveis Canónicas (AVC), segundo as metodologias expostas em Alves e colaboradores (1993, 1995, 2005).

Para o efeito, foram usados softwares que permitem as várias análises estatísticas como foi o caso do STATISTICA versão 7.0 para Windows (Statsoft Inc., Tulsa, USA) e do Microsoft Office Excel 2007 (Microsoft Corporation).

4. Resultados e Discussão

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos no estudo desenvolvido.

Os produtos hortofrutícolas minimamente processados são mais perecíveis do que antes do processamento, porque são submetidos a um severo stress físico devido principalmente ao descascamento e corte. O efeito do corte leva a um aumento da taxa respiratória e produção de etileno, com aumento da actividade enzimática devido à ruptura de muitas células.

Foram realizados três estudos experimentais ao longo deste trabalho, que serão chamados de Primeiro estudo, Segundo estudo e Estudo final. Numa fase inicial do desenvolvimento deste trabalho foi efectuado um estudo prévio de avaliação de algumas propriedades organolépticas (Primeiro estudo), a fim de permitir verificar, de uma forma geral, quais as melhores atmosferas para a conservação dos vegetais frescos avaliados neste estudo. Todos os resultados obtidos são apresentados de seguida.

4.1. Primeiro Estudo

4.1.1. Selecção da composição da atmosfera modificada

Para a escolha das várias misturas de gases que deveriam compor as atmosferas em estudo, foi realizado o primeiro estudo no qual para além de se aferirem métodos e de se fazer uma avaliação introdutória dos vários parâmetros, permitiu seleccionar as atmosferas mais adequadas, de entre várias estudadas, para o segundo estudo e estudo final.

4.1.2. Desenvolvimento – Primeiro Estudo

Antes de dar início ao desenvolvimento de estudos mais alargados, segundo estudo e estudo final, foi realizado o primeiro estudo, para tentar identificar algumas das propriedades organolépticas dos vegetais com maior impacto na aceitabilidade pelo consumidor e simultaneamente encontrar a melhor mistura de gases para os produtos em

estudo. Avaliaram-se os seguintes atributos: aspecto geral, textura (rigidez/murchidão), cor característica, odor característico e corte perfeito (zona de corte que não apresenta escurecimento). A Tabela 6 resume os resultados obtidos.

Foi verificado que as amostras de couve repolho sujeitas a qualquer uma das atmosferas nos atributos aspecto geral, textura e corte perfeito apresentaram excelentes resultados, excepto a amostra 5/40 (O₂/CO₂) onde se verificaram algumas zonas de corte ligeiramente escurecidas.

Já relativamente ao odor característico, verificou-se que todas as amostras, à excepção das amostras que continham 15% O₂ e da amostra com 10% 45%CO₂, desenvolveram odores estranhos no interior, verificados na abertura das embalagens no fim do tempo de armazenamento (10 dias). Posteriormente verificou-se que estes odores apareciam primeiro nas embalagens com menos oxigénio (5%), por volta do 5º dia, e só depois nas embalagens com 10% de O₂, já próximo do 8º dia de armazenamento.

Tabela 6: Avaliação de propriedades organolépticas. Primeiro estudo.

| | 5%O ₂ 40%CO ₂ | 5%O ₂ 45%CO ₂ | 10%O ₂ 40%CO ₂ | 10%O ₂ 45%CO ₂ | 15%O ₂ 40%CO ₂ | 15%O ₂ 45%CO ₂ |
|----------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| Couve Repolho | Aspecto | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Textura | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Cor | ± | ± | ✓ | ✓ | ± |
| | Odor | ✗ | ✗ | ✗ | ✓ | ✓ |
| | Corte perf. | ± | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Cenoura | Aspecto | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Textura | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Cor | ± | ± | ± | ✓ | ± |
| | Odor | ✗ | ✗ | ± | ✓ | ✓ |
| | Corte perf. | ✗ | ✗ | ✓ | ✓ | ✓ |

Nota: ✓ - conforme; ✗ – não conforme; ± - apesar de conforme, apresentou algumas alterações;

Verificou-se também, pela monitorização da composição da atmosfera efectuada, que a concentração em oxigénio nas embalagens que inicialmente continham 5% de O₂,

ficavam muito próximas de zero por volta dos 4^o e 5^o dias e nas que continham 10% de O₂, o mesmo foi verificado nos 6^o e 7^o dias.

No caso da couve repolho verificou-se que o O₂, era consumido mais depressa nas amostras com 40% de CO₂ do que nas embalagens com mais de 40% de CO₂.

Foi também verificada uma ligeira alteração de cor em algumas amostras. No caso da amostra com 5% de O₂ a mesma pode ter ocorrido devido a processos anaeróbios e/ou de degradação enzimática, como constatado por Lopez-Glavez *et al.* (1996) e Ke e Saltveit (1989) em alface, e por Shouten *et al.* (1997) e Masters e Hicks (1990) em couve. Na atmosfera com 15/40 (O₂/CO₂), coincidentemente, verificaram-se também pequenas alterações de cor nos dois produtos.

As amostras, tanto de couve como de cenoura, embaladas em atmosfera modificada com 45% de CO₂ e 10% ou 15% de O₂, apresentaram neste primeiro estudo os melhores resultados. É de acrescentar, também, que foram verificados ligeiros vestígios de condensação no interior do filme de polietileno, em praticamente todas as amostras.

4.2. Segundo Estudo

4.2.1. Selecção da composição da atmosfera modificada

Na sequência do primeiro estudo e das respectivas observações, escolheram-se 3 atmosferas para a couve e outras 3 para a cenoura, tal como se apresenta na Tabela 7, com as quais se desenvolveu o estudo aqui designado de Segundo estudo.

Tabela 7: Composição das atmosferas usadas no segundo estudo.

| Couve Repolho | O ₂ % | CO ₂ % | N ₂ % |
|---------------|------------------|-------------------|------------------|
| | 10 | 45 | 45 |
| | 15 | 45 | 40 |
| | 15 | 40 | 45 |
| Cenoura | O ₂ % | CO ₂ % | N ₂ % |
| | 10 | 45 | 45 |
| | 15 | 45 | 40 |
| | 10 | 40 | 50 |

4.2.2. Desenvolvimento – Segundo Estudo

Foi realizado um segundo estudo a fim de se aferirem métodos de análise e de desenvolver e aperfeiçoar metodologias de processamento. Já que este tipo de estudos exige um grande volume de matérias-primas, embalagens e espaço de conservação, para além do tempo necessário, organização de provas sensoriais e estudos com consumidores, etc.

Para que tudo fosse pensado e planeado, desde a programação das colheitas até à análise das várias amostras essenciais para o estudo, foram necessários cerca de 2 meses de trabalho.

Os vegetais frescos, couve repolho e cenoura, foram adquiridos num produtor local na manhã do dia em foi realizado o estudo experimental. Assegurou-se assim, que as matérias-primas não tinham sido expostas a qualquer tipo de tratamento envolvendo a modificação da atmosfera, exceptuando-se o período de refrigeração a temperatura de 5 ± 1 °C. Constatou-se a excelente qualidade e frescura dos mesmos, requisitos fundamentais para o processamento mínimo, uma vez que as condições de colheita e pós-colheita irão influenciar drasticamente o seu tempo de vida útil tal como referido por Fonseca e Morais (2000).

O processamento mínimo dos vegetais foi efectuado tal como descrito no ponto 3.1.2.

Durante o período de armazenamento (10 dias) em atmosfera modificada e sob refrigeração, foram efectuadas várias avaliações de parâmetros físico-químicos, que incluíram a actividade antioxidante, pH e cor e um parâmetro microbiológico (CFU – contagem de microrganismos a 30°C), aos dias 0, 6, 8, e 10, tal como descrito na secção 3.3. Todos os resultados obtidos são apresentados na Tabela 8, e os dados que lhe deram origem, estão apresentados no Apêndice 3 e 5, relativo aos dados experimentais recolhidos durante a execução do Segundo estudo.

Os vários parâmetros físico-químicos foram estudados através de uma análise de componentes principais (ACP).

As análises de componentes principais procuram obter os conjuntos de variáveis correlacionadas entre si, chamadas componentes principais, que resumem a maior parte da informação presente nos dados, desprezando toda a informação acessória, ou

aleatória (como erros de análise, etc). Procuram também apresentar essa informação, de forma simples, em 1 ou 2 gráficos onde sejam visíveis as principais variações nos dados.

Tabela 8: Tabela resumo dos resultados obtidos no segundo estudo.

| Amostra | Atmosfera | | EC ₅₀ (mg/ml) | pH (T≈22°C) | CFU/g | ΔEab | Medição Gases | | |
|---------------|------------------------------------|-----|-----------------------------|----------------|----------|------|-----------------|------------------|------------------------|
| | (O ₂ /CO ₂) | Dia | | | | | %O ₂ | %CO ₂ | %N ₂ (bal)* |
| Couve Repolho | 10/45 | 0 | 18,02 | 5,87 | 1,85E+02 | | 10,80 | 45,60 | 43,60 |
| | | 6 | 50,64 | 6,27 | 1,29E+05 | 3,34 | 0,48 | 56,33 | 43,19 |
| | | 8 | 56,20 | 6,77 | 2,64E+05 | 1,88 | 0,01 | 57,60 | 42,39 |
| | | 10 | 58,86 | 6,87 | 4,40E+05 | 2,30 | 0,00 | 59,20 | 40,80 |
| | 15/45 | 0 | 18,02 | 5,87 | 1,85E+02 | | 15,10 | 45,80 | 39,10 |
| | | 6 | 35,46 | 6,33 | 1,19E+05 | 5,05 | 5,60 | 50,47 | 43,94 |
| | | 8 | 41,58 | 6,96 | 2,27E+05 | 3,81 | 2,27 | 58,97 | 38,77 |
| | | 10 | 46,61 | 7,02 | 3,85E+05 | 2,42 | 0,06 | 62,63 | 37,30 |
| | 15/40 | 0 | 18,02 | 5,87 | 1,85E+02 | | 15,70 | 40,80 | 43,50 |
| | | 6 | 40,70 | 6,26 | 9,55E+04 | 2,76 | 4,81 | 54,23 | 40,95 |
| | | 8 | 53,33 | 6,81 | 1,79E+05 | 6,51 | 1,92 | 58,20 | 39,88 |
| | | 10 | 59,13 | 6,90 | 3,25E+05 | 2,35 | 0,01 | 60,83 | 39,16 |
| Cenoura | 10/45 | 0 | 15,98 | 5,71 | 6,80E+02 | | 10,40 | 45,90 | 43,70 |
| | | 6 | 45,65 | 5,91 | 2,02E+05 | 5,14 | 4,09 | 47,97 | 47,94 |
| | | 8 | 44,73 | 6,50 | 4,05E+05 | 3,03 | 1,52 | 50,95 | 47,53 |
| | | 10 | 46,82 | 6,73 | 8,25E+05 | 1,91 | 0,00 | 54,57 | 45,43 |
| | 15/45 | 0 | 15,98 | 5,71 | 6,80E+02 | | 15,10 | 45,80 | 39,10 |
| | | 6 | 44,64 | 6,08 | 2,63E+05 | 4,14 | 7,01 | 51,70 | 41,29 |
| | | 8 | 45,56 | 6,54 | 5,05E+05 | 2,94 | 3,87 | 55,37 | 40,77 |
| | | 10 | 47,67 | 6,86 | 8,85E+05 | 3,68 | 1,72 | 59,27 | 39,02 |
| | 10/40 | 0 | 15,98 | 5,71 | 6,80E+02 | | 10,70 | 40,50 | 48,80 |
| | | 6 | 37,86 | 5,98 | 2,60E+05 | 3,00 | 5,55 | 41,30 | 53,15 |
| | | 8 | 38,89 | 6,46 | 4,20E+05 | 1,83 | 2,20 | 47,05 | 50,75 |
| | | 10 | 36,56 | 6,72 | 8,80E+05 | 1,68 | 0,02 | 52,07 | 47,91 |

Nota: Os dados apresentados foram obtidos pelo cálculo da média aritmética dos resultados experimentais obtidos em triplicado.
*Valor obtido por diferença (100% - %O₂ - %CO₂).

No gráfico, os parâmetros avaliados estão localizados de forma a indicar o lado das componentes onde atingem valores mais elevados. Assim, a informação apresentada na Tabela 8, mostra-se, de forma gráfica, na Figura 9.

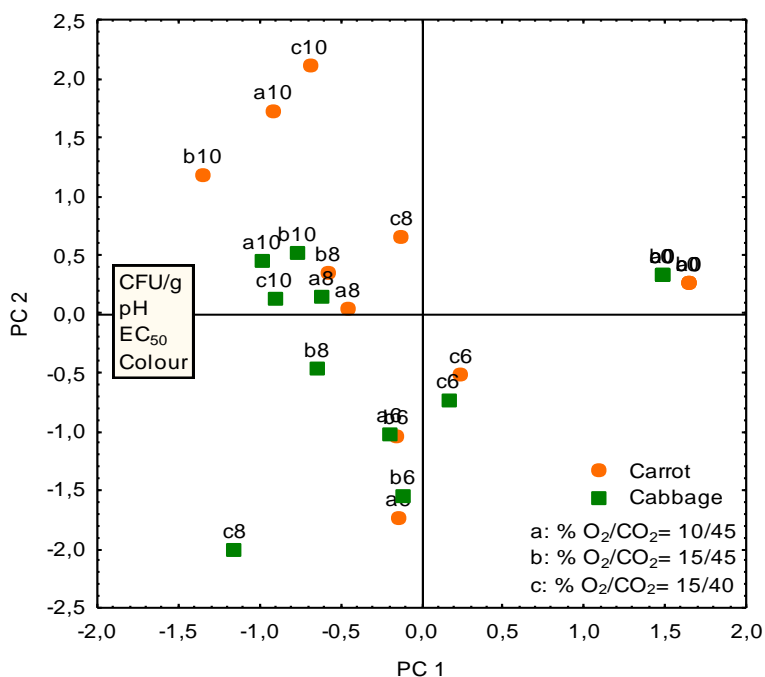


Figura 9: Análise multivariada de dados recorrendo ao método de análise das componentes principais.

Pela avaliação dos resultados obtidos na análise ACP verificou-se que todas as amostras se dispõem no gráfico horizontalmente ao longo da componente principal 1 (CP1), da direita para a esquerda, que explica a maior parte da informação (cerca de 90%), de uma forma mais ou menos sistemática. Isto é, as amostras, quer de couve quer de cenoura, do dia 0 do estudo, encontram-se mais à direita enquanto as amostras do dia 10 são as que se encontram mais afastadas, estando mais à esquerda. Verifica-se também que os parâmetros CFU/g, pH, EC₅₀ e cor, variam positivamente, isto é, aumentam com o aumento do tempo de embalagem. A CP1 representa uma correlação entre CFU, pH, EC₅₀ e cor, cujos valores aumentam da parte positiva (direita) para a negativa (esquerda).

4.2.2.1. Evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo de armazenamento

Durante o período de armazenamento foi efectuada a medição da composição de gás em cada embalagem de acordo com a metodologia descrita na secção 3.2.. As médias dos

resultados obtidos da medição em triplicado, para cada atmosfera em cada um dos dias, são apresentadas na Tabela 8 e nos gráficos apresentados de seguida.

Através dos gráficos é possível verificar como evoluiu a composição da atmosfera de cada embalagem ao longo dos 10 dias de armazenamento.

Nas amostras de couve em atmosfera 10/45 (O_2/CO_2), verificou-se um rápido decréscimo da concentração de O_2 logo nos primeiros 6 dias de armazenamento, sendo que praticamente todo o O_2 foi consumido neste período. Se verificarmos, pelo gráfico é possível perceber que ao 6º dia de armazenamento já só restavam 0,48% de O_2 para os restantes 4 dias de armazenamento. Este consumo elevado, ocorre devido ao aumento da taxa de respiração dos produtos minimamente processados provocado pelas principais etapas, como o descascamento, corte, lavagem e desinfecção, que, tal como referiu Varoquaux e Wiley (1997), podem aumentar a taxa de respiração em 3 a 7 vezes relativamente ao produto intacto.

A concentração de O_2 entre o 8º e 10º dia foi de 0%. Pela estabilização verificada, das baixas percentagens de O_2 , pode também dizer-se que não ocorre entrada de oxigénio do meio exterior para as embalagens.

Nas amostras de couve em atmosfera 15/45 (O_2/CO_2) (Figura 11), verificou-se que o consumo de O_2 nos primeiros 6 dias decorre de forma semelhante à couve em atmosfera 10/45 (O_2/CO_2), havendo um decréscimo na concentração de O_2 de cerca de 10%. Já pela Figura 12, pode-se confirmar que o consumo de O_2 nas amostras com atmosfera 15% O_2 , foi superior, cerca de 11%, assim como nos 2 dias seguintes essa tendência se mantém. Como relataram Kader (1986) e Herner (1987), taxas mais elevadas de CO_2 podem fazer reduzir a taxa de respiração, tal como se verificou, que o consumo de O_2 foi sistematicamente menor nas amostras com concentração mais elevada de CO_2 .

A evolução da concentração de CO_2 nas amostras ocorre de forma inversa à concentração de O_2 . A concentração de CO_2 tem um grande aumento nos primeiros 6 dias, à excepção da amostra em atmosfera 15/45 (O_2/CO_2), onde se verifica um aumento mais gradual ao longo do tempo de armazenamento, demorando mais alguns dias a verificar um aumento igual na sua concentração.

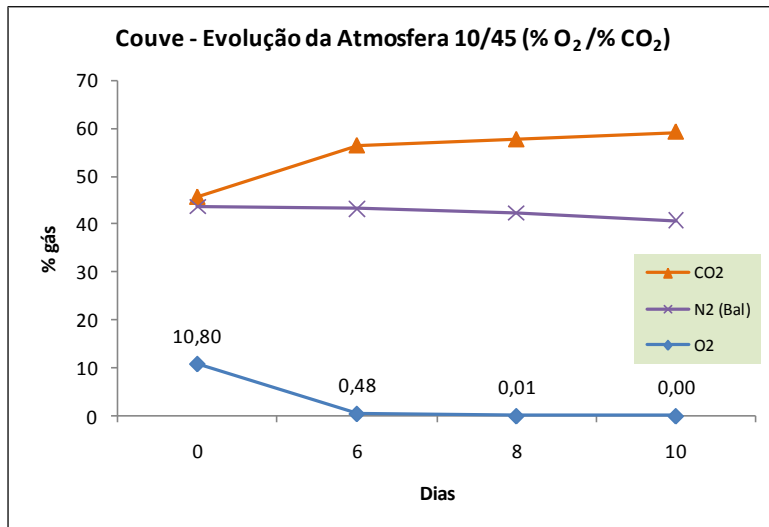


Figura 10: Gráficos da evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo. Couve 10/45 (O₂/CO₂).

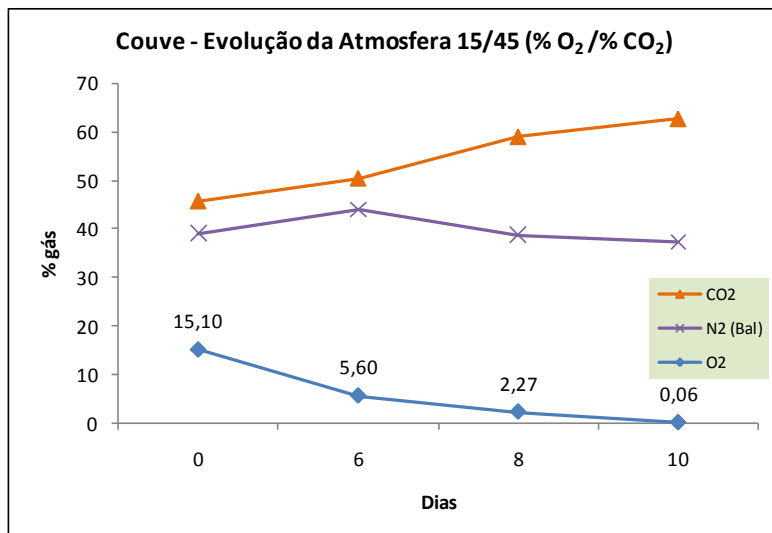


Figura 11: Gráficos da evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo. Couve 15/45 (O₂/CO₂).

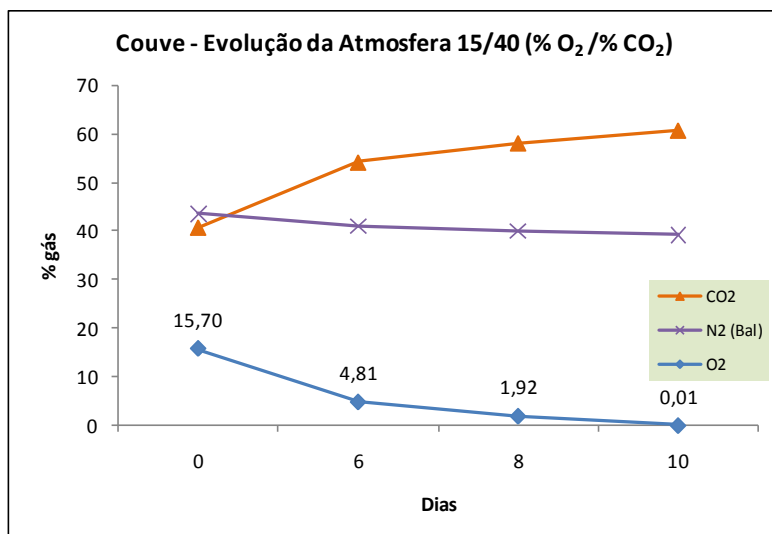


Figura 12: Gráficos da evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo. Couve 15/40 (O₂/CO₂).

As atmosferas 15/45 e 10/45 (O_2/CO_2), chegam ao final do tempo de armazenamento com valores de O_2 quase nulos. Porém, a taxa de respiração entre o 6º e o 10º dia, tem uma redução drástica devido ao efeito da baixa concentração de O_2 e da elevada concentração de CO_2 . Contudo, esta concentração de O_2 é suficiente para garantir que não surgem maus odores provenientes de processos anaeróbios ou outros processos enzimáticos resultantes da falta de O_2 , como foi verificado.

Relativamente às amostras de cenoura, verificou-se também que nos primeiros 6 dias se consome a maior parte do O_2 disponível. No entanto este consumo é menor do que nas amostras de couve. Isto pode dever-se, ao facto de a cenoura ter uma taxa de respiração inferior à da couve (Rinaldi *et al.*, 2008; Spagnol *et al.*, 2006).

As amostras de cenoura com 10/45 e 10/40 (O_2/CO_2) apresentam uma evolução semelhante com o tempo, com um consumo ligeiramente superior nas amostras 10/45 (O_2/CO_2), não se verificando neste caso o efeito de redução da taxa de respiração normalmente provocado pelas elevadas concentrações de CO_2 . Já as amostras embaladas com 15/45 (O_2/CO_2), apresentam no final do armazenamento (10 dias) concentrações de O_2 iguais a 1.72%, ao contrário das amostras com as restantes atmosferas que terminam o armazenamento com cerca de 0% de O_2 .

Concentrando a atenção no 6º dia de armazenamento, verificou-se que o consumo de O_2 foi de 6.31%, 8.09% e 5.15%, para as amostras 10/45, 15/45 e 10/40 (O_2/CO_2), respectivamente. Estes dados mostram que nas amostras com 10% de O_2 , a elevada concentração de CO_2 não tem efeito redutor na taxa de respiração, como ocorreu nas amostras de couve. Aliás, pode constatar-se que o consumo de O_2 é um pouco superior na concentração mais elevada de CO_2 (45%).

Verificou-se, também, um maior consumo de O_2 nas amostras com 15% de O_2 . Nestas, consumiu-se 8.09% de O_2 quando comparado com os 6.31% e 5.15% das amostras com 10% de O_2 inicial. Tal pode ser explicado pelo facto de a maior ou menor disponibilidade de O_2 influenciar a taxa de respiração. Segundo Porte *et al.* (2001), a diminuição da concentração de oxigénio disponível nas embalagens de frutas e vegetais, reduz a taxa de respiração, uma vez que, normalmente, estes produtos necessitam de no mínimo 1 a 3% de oxigénio, para evitar a mudança para respiração anaeróbica.

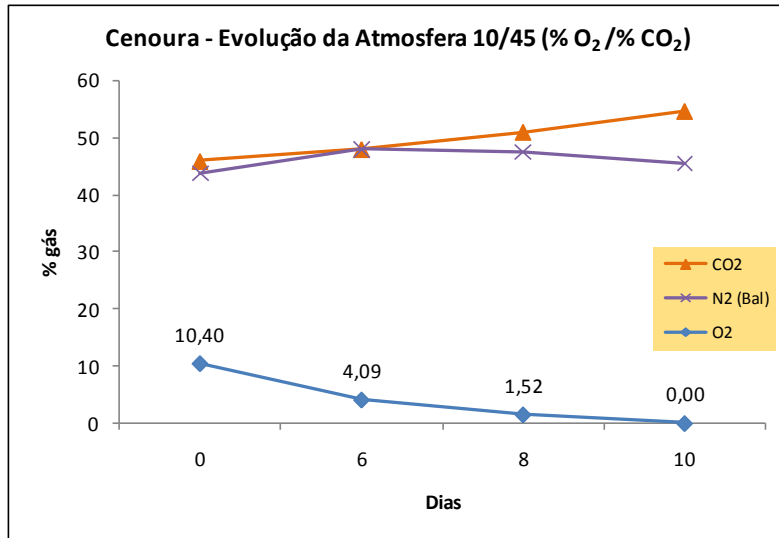


Figura 13: Gráficos da evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo. Cenoura 10/45 (O₂/CO₂).

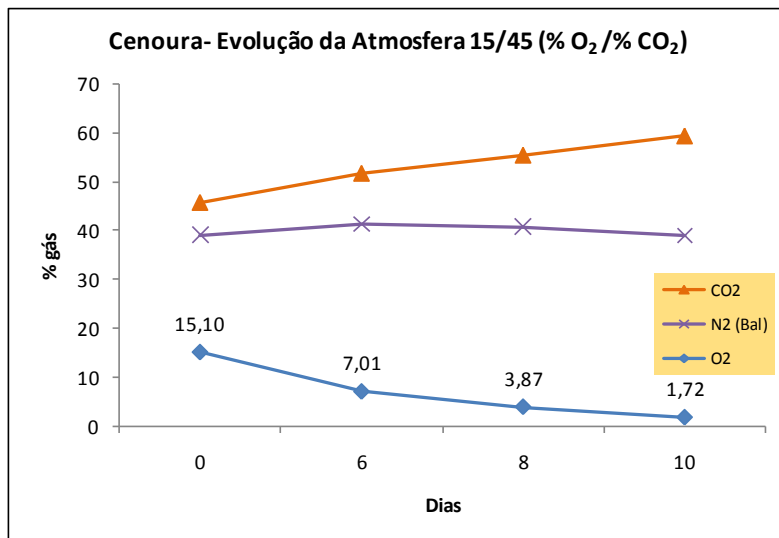


Figura 14: Gráficos da evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo. Cenoura 15/45 (O₂/CO₂).

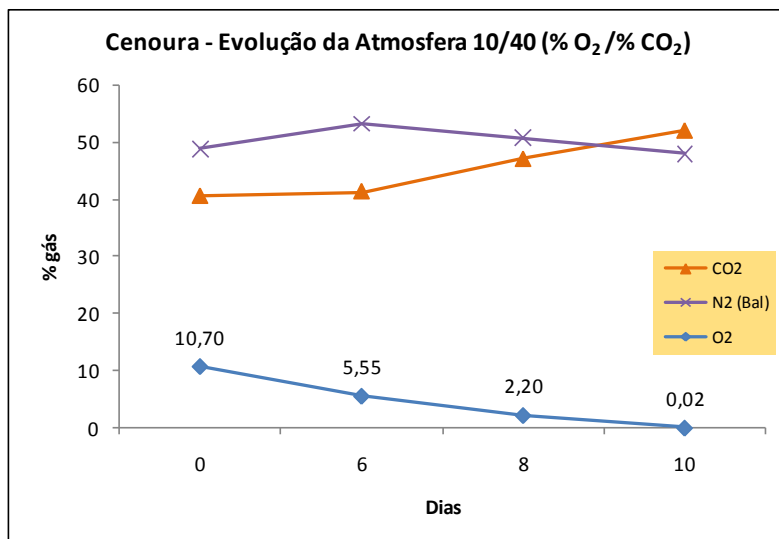


Figura 15: Gráficos da evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo. Cenoura 10/40 (O₂/CO₂).

4.2.2.2. Evolução do pH

O pH foi outro dos parâmetros avaliados neste trabalho. Verificou-se, sistematicamente, que o pH das amostras de couve (Figura 16), sobe ao longo do tempo de armazenamento, passando de um valor inicial de 5,87 para valores próximos de 6.9 no caso das amostras com concentração 10/45 e 15/40 (O_2/CO_2), e de 7.02 nas amostras 15/45 (O_2/CO_2). O aumento do pH já foi relatado por outros autores, como Alves *et al.* (2010), e tal como referem, pode dever-se à elevada difusão do gás CO_2 que ocorre pela sua elevada concentração, forçando as células a neutralizarem os seus tecidos devido à presença de ácidos carbónicos.

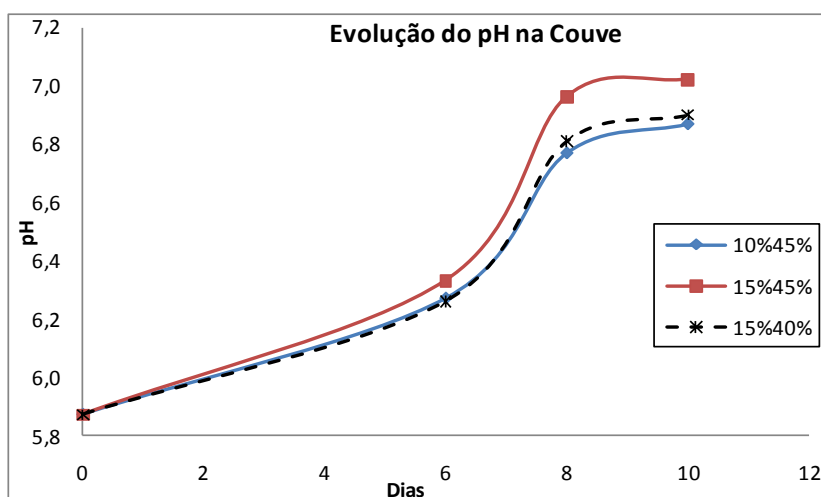


Figura 16: Evolução do pH no embalamento da couve repolho.

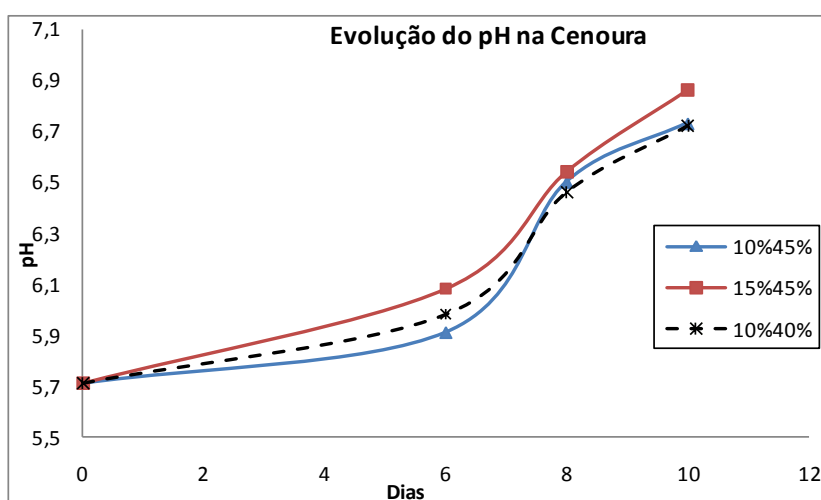


Figura 17: Evolução do pH da cenoura ao longo do tempo

As amostras de cenoura, seguem também a tendência de subida do pH ao longo do tempo. Aumentando de pH 5.7 para valores que rondam os 6.7 e 6.8. A amostra que apresenta o pH mais elevado é também a amostra com concentração 15/45 (O₂/CO₂), tal como ocorre na couve. O aumento do pH nas amostras de cenoura, está de acordo com estudos realizados por Pilon (2003), que, em cenoura minimamente processada armazenada a 1 °C ± 1, durante 21 dias, observou também um aumento nos valores do pH, de 6.1 para 6.7. No entanto, estes resultados estão em desacordo com os obtidos por Larson *et al.* (1997), que observaram um decréscimo nos valores de pH de couve repolho minimamente processada, de um valor inicial de 6.4 para valores iguais ou inferiores a 4.6, em condições de atmosfera controlada, durante o armazenamento a 4 °C, 12 °C e 21 °C.

4.2.2.3. Actividade antioxidante

A **actividade antioxidante** de compostos vegetais minimamente processados conservados em MAP, tem apresentado, em vários estudos, resultados diferentes relativamente à sua estabilidade, não sendo ainda consensual a extensão das alterações provocadas pelo processamento e conservação em atmosfera modificada. Diferentes trabalhos têm apresentado resultados de alguma forma pouco concordantes. Favell (1998), por exemplo, referiu a existência de grandes perdas de ácido ascórbico (AA) durante o armazenamento de brócolos, que no final de 7 e 14 dias, tinha reduzido de 44% para 28% em relação ao teor inicial, respectivamente. Já Leja e seus colaboradores (2001), verificaram que o AA presente em brócolo não embalado, teve uma redução de 26%, ao fim de 3 dias de armazenamento, mas no caso de aplicação de um filme polimérico comercial para envolver o produto a perda de AA era nula. A couve, por sua vez demonstrou em algumas determinações uma actividade antioxidante baixa, ao contrário de outras em que revelou actividade antioxidante muito elevada, comparável aos valores obtidos para o brócolo (Ou *et al.*, 2002; Wu *et al.*, 2004)

O presente estudo pretendeu verificar qual o comportamento da actividade antioxidante na couve e na cenoura em MAP através da determinação do EC₅₀ (concentração efectiva para reduzir 50% da concentração do radical DPPH). Assim, quanto maior o valor do EC₅₀ menor será a actividade antioxidante do produto. Este valor é determinado por interpolação gráfica, através do gráfico da %RSA (em função da concentração expressa em mg de amostra/ml. A recta obtida para cada um dos dias de embalamento de cada

amostra determina o valor de EC_{50} correspondente ao valor 50 do eixo %RSA. Todos os registos efectuados para a determinação da actividade antioxidante encontram-se disponíveis no Apêndice 5.

Assim, o procedimento para determinação da actividade antioxidante foi revisto, tendo-se verificado que o facto de não se realizar um passo de filtração depois da decantação, antes do uso do extracto, poderia, em algumas amostras, influenciar os resultados, originando leituras de absorbância superiores. A determinação da redução do radical DPPH, poderia estar adulterada, sendo portanto o cálculo do valor EC_{50} , mais elevado do que a realidade.

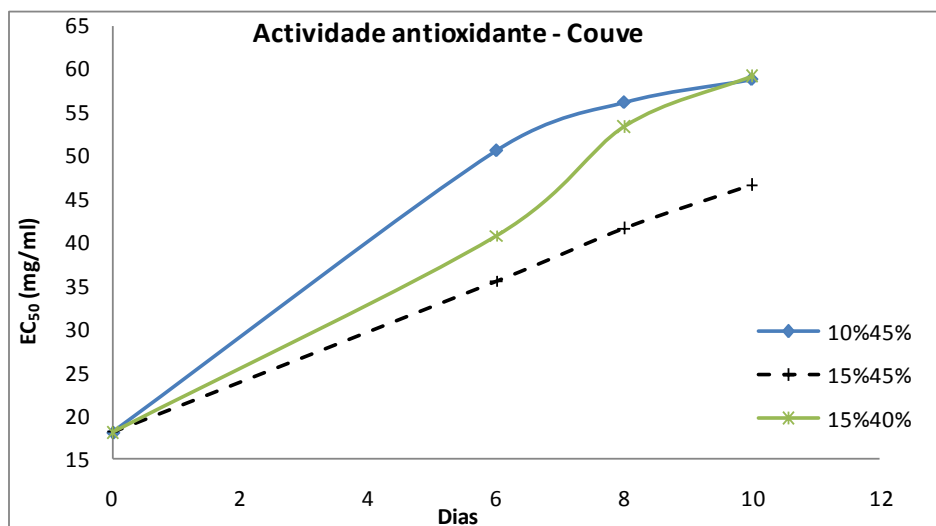


Figura 18: Actividade antioxidante da couve.

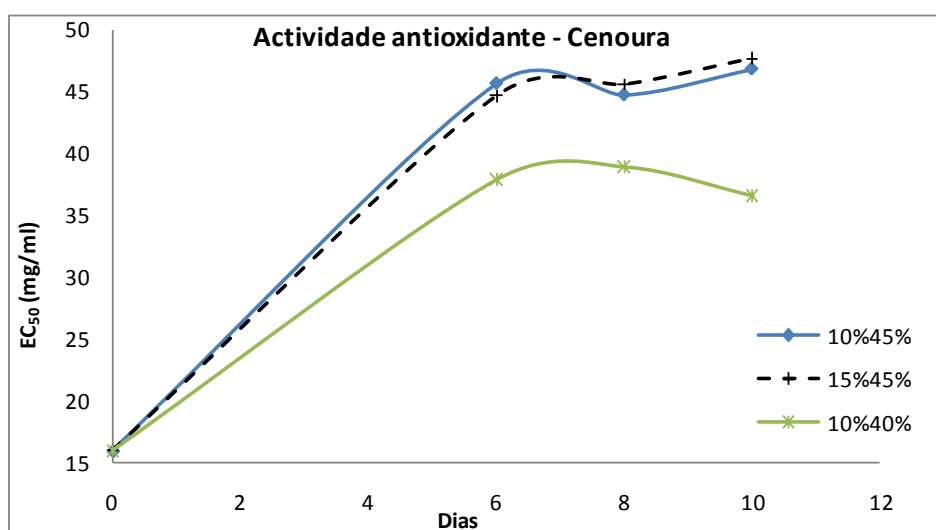


Figura 19: Actividade antioxidante da cenoura.

Desta forma, a grande diferença verificada entre os dias 0 e 6 pode ser explicada pelo facto de, na preparação das amostras, o extracto obtido não ter sido filtrado mas apenas decantado. Enquanto a amostra do dia 0, não foi triturada, sendo assim possível efectuar uma decantação mais eficiente, sem que o sobrenadante passasse para o extracto, as amostras do 6º, 8º e 10º dias, foram trituradas, com o objectivo de otimizar o processo de extracção. Devido a este processo de trituração e à ausência de filtração, verificou-se a presença de sólidos em suspensão no extracto, influenciando os valores de absorvância registados, que, foram por isso superiores, devido à turvação verificada nas amostras.

Verificou-se que nas amostras de couve e de cenoura (Figura 18 e Figura 19), para as várias atmosferas, ocorre um aumento mais elevado do valor EC_{50} do dia 0 para o dia 6, ocorrendo nos restantes dias um aumento gradual. O aumento do EC_{50} já era esperado neste período de armazenamento. Contudo esta flutuação do valor EC_{50} parece um pouco excessiva, quando comparado com trabalhos já publicados, e que estudaram a actividade antioxidante de outros vegetais minimamente processados. Llanos *et al.* (2009), verificou que os frutos de pimento inteiros e minimamente processados tinham variações ao longo do armazenamento, com um aumento do EC_{50} nos primeiros dias de armazenamento, que depois diminuiu para valores próximos dos iniciais, não se verificando assim grandes diferenças entre o EC_{50} inicial (0 dias) e o EC_{50} final (10 dias). Já Odriozola-Serrano *et al.* (2008) revelaram, nos seus estudos, que a actividade antioxidante de tomate minimamente processado, diminuiu ao longo do tempo de armazenamento.

O valor de EC_{50} (Tabela 8), obtido para as amostras de couve para o dia 0, foi de 18.02 mg amostra/ml, sendo que no final do 10º dia de armazenamento o valor era de 58.86 mg/ml, 46.61 mg/ml e 59.13mg/ml, para as amostras 10/45, 15/45 e 15/40 respectivamente. Para as amostras de cenoura, o valor de EC_{50} inicial era de 15.98mg amostra/ml, terminando os 10 dias de armazenamento com 46.82 mg/ml, 47.67 mg/ml, 36.56 mg/ml, para as amostras 10/45, 15/45 e 10/40, respectivamente.

4.2.2.4. Contagem de microrganismos totais a 30°C

Foi também efectuada uma **contagem de microrganismos totais a 30°C** de acordo com a metodologia descrita na secção 3.3.3.. Os dados são apresentados na Tabela 8 e estão

expressos em unidades formadoras de colónias por grama de produto (CFU/g). O gráfico da Figura 20 permite avaliar a evolução do crescimento microbiano nas amostras de couve e de cenoura. Os valores obtidos são influenciados por valores iniciais um pouco elevados, como se pode verificar pelos valores de CFU obtidos para cada amostra, no dia 0, e expressos na Tabela 8, para produtos que foram sujeitos a um processo de desinfecção. Tal pode dever-se ao facto de se ter efectuado enxaguamento com água corrente, não garantindo, portanto, a sua inocuidade. Esta etapa de enxaguamento foi mais tarde dispensada para o estudo final, por se pensar não ser benéfica para a conservação dos produtos.

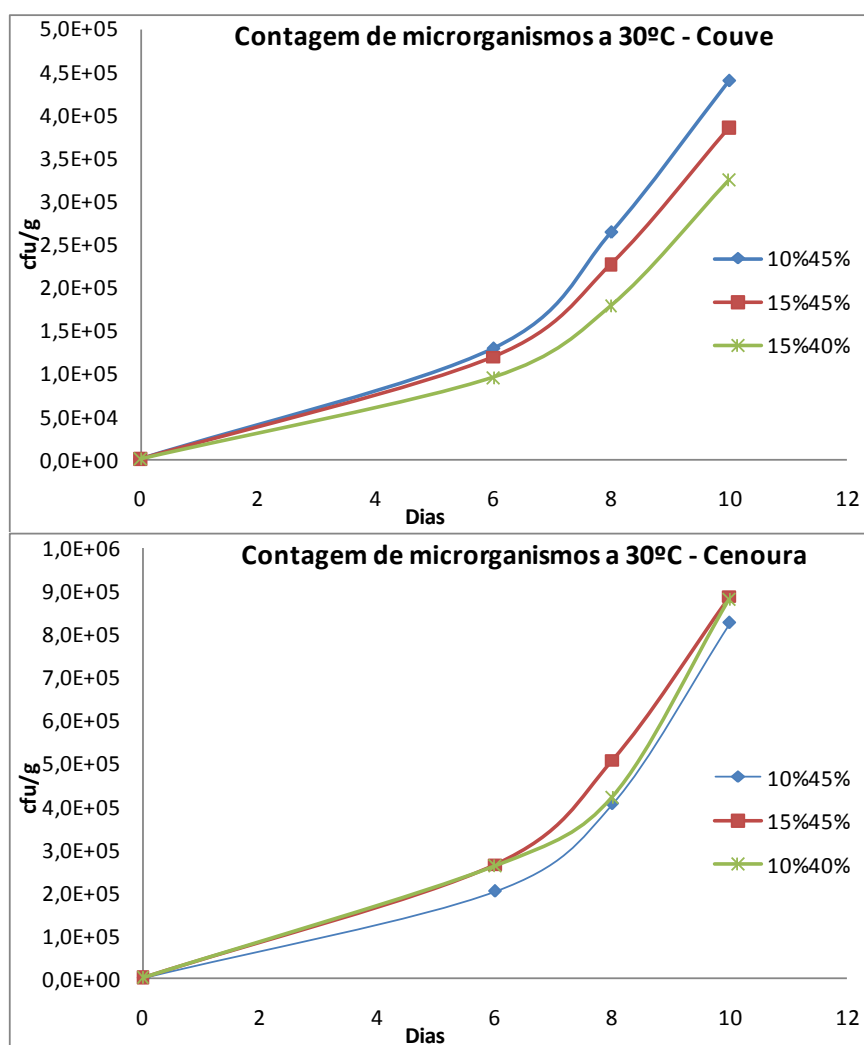


Figura 20: Crescimento microbiano a 30°C, expresso em CFU/g, ao longo do armazenamento.

Através da Tabela 8 e da Figura 20, verifica-se um aumento de CFU/g mais pronunciado nas amostras de cenoura do que nas de couve. Na couve a amostra com maior nível de contaminação foi a amostra embalada em 10/45 (O_2/CO_2) e a de menor foi a amostra

15/40 (O₂/CO₂), embora todas elas se encontrem abaixo dos limites aceitáveis, indicados em vários guias para produtos minimamente processados prontos-a-consumir, que tem como limite aceitável $\leq 10^7$ CFU/g (Guidelines for the microbiological quality of some ready-to-eat foods sampled at the point of sale e Microbiological quality guide for ready-to-eat foods). No caso da cenoura, a amostra que apresenta menor contaminação é a amostra 10/45 (O₂/CO₂), ainda que a diferença não seja muito significativa.

Esta contagem teve como objectivo verificar se a desinfecção e os métodos de conservação influenciaram positivamente o crescimento microbológico durante o período de armazenamento, visto de uma forma global, não tendo em atenção microrganismos específicos.

4.2.2.5. Análise Sensorial – Avaliação de resultados

Como foi referido anteriormente, para a avaliação dos atributos organolépticos foi treinado um painel de provadores, parte integrante do trabalho de mestrado sob o tema “Estudo de procedimentos para uma empresa de análise sensorial” desenvolvido por Joana Miranda (2011).

Este estudo decorreu de acordo com a metodologia descrita na secção 3.3.4.. Foram avaliados 5 atributos, cor, aspecto geral, textura, sabor característico e aroma característico, e os resultados registados em folhas de prova (Apêndice 1). Esta avaliação sensorial foi realizada ao 8º dia de armazenamento, e considerou-se na avaliação dos provadores, que qualquer pontuação abaixo de 5 pressupõe que existe algum defeito no parâmetro em questão.

De uma forma geral, os provadores consideraram a textura das amostras dentro dos valores expectáveis. No que diz respeito à couve (Figura 21 A), as amostras embaladas em 15/40 e 10/45 (O₂/CO₂), foram avaliadas da mesma forma pelos provadores, apresentando, na opinião destes, alguns defeitos nos atributos avaliados (pontuação < 5), com a excepção da textura, na amostra 15/40, que não apresenta problemas.

As amostras de couve embalada em 15/45 (O₂/CO₂) são aquelas que, na opinião dos provadores, apresentam menos problemas em relação às restantes amostras em estudo, exceptuando o atributo textura.

As amostras de cenoura (Figura 21 B), apresentam um perfil sensorial muito semelhante entre si, embora os provadores tenham verificado algumas diferenças entre as amostras embaladas em 10/45 (O_2/CO_2) e as restantes, principalmente nos atributos aroma e sabor característico.

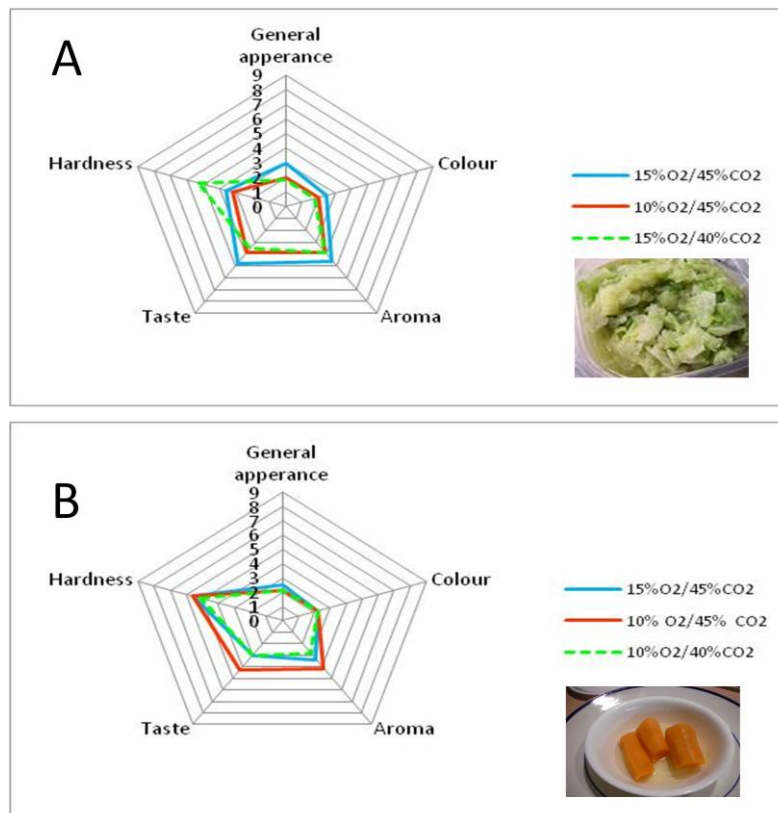


Figura 21: Resultados da análise sensorial efectuada pelo painel de provadores.

Tal como se fez para os dados físico-químicos, também se elaborou uma análise multivariada com os dados da análise sensorial. Neste caso, utilizou-se uma análise de variáveis canónicas (AVC), com grupos correspondentes às respostas dos provadores para cada amostra. Assim, a AVC tenta diferir um conjunto de variáveis canónicas (VC), em que cada variável canónica representa um conjunto de parâmetros (atributos) correlacionados entre si, ao longo dos quais as amostras se ajustam o mais possível em relação às dispersões observadas dentro de cada grupo (que representam a maior ou menor discordância entre provadores) (Aguiar e Alves, 1993; Alves, 1995; Alves e Oliveira, 2005). Nesta parte do trabalho, os grupos são os alimentos, sendo os elementos de cada grupo os provadores.

Na Figura 22 apresentam-se os resultados das AVC para a couve (22 A) e para a cenoura (22 B). O sentido da variação positiva dos atributos indica-se pela posição desses atributos nos gráficos.

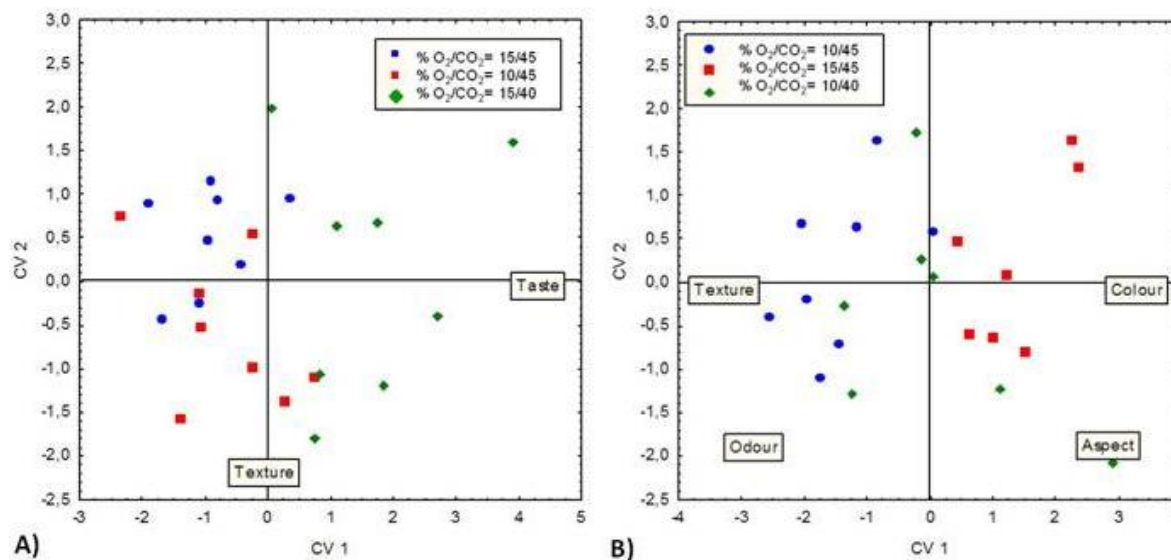


Figura 22: Análise multivariada de dados recorrendo ao método de análise das variáveis canónicas.

A análise de variáveis canónicas para cada um dos produtos, permite verificar se existem diferenças significativas entre as várias amostras com atmosferas diferentes. A análise permite verificar, nas amostras de couve, que houve uma atmosfera que se diferenciou ligeiramente das outras, que foi a atmosfera com 15/40 (O_2/CO_2), apresentando-se mais à direita da CV1, portanto mais próxima do sabor característico, não havendo, na opinião dos provadores, grandes diferenças entre as atmosferas 15/45 e 10/45 (O_2/CO_2). Para as amostras de cenoura, verificam-se também diferenças entre as atmosferas. A atmosfera 15/45 (O_2/CO_2) ficou mais próxima de atributos como a cor e o aspecto enquanto do outro lado a atmosfera 10/45 (O_2/CO_2) se evidenciou mais na textura.

A análise permite também ver que os provadores variaram muito entre si na forma como avaliaram as diferentes amostras, o que deve ser interpretado como uma dificuldade em apreciar diferenças. Isto pode dever-se ao facto de não haver grandes diferenças perceptíveis entre as amostras.

Os consumidores apreciaram positivamente todas as amostras, tal como se mostra na Figura 23. Este facto mostra que, embora haja diferenças observáveis a nível químico,

físico e algumas a nível sensorial, em situações práticas de consumo essas diferenças não são perceptíveis.

Pela análise dos gráficos apresentados na Figura 23, relativos ao teste de aceitabilidade realizado com consumidores habitualmente frequentadores da cantina da ESTG, verifica-se que a diferença de aceitabilidade destes produtos não é tão penalizada (> 5), como aconteceu com os provadores, provavelmente mais atentos aos possíveis problemas, ao contrário dos consumidores normalmente mais desatentos.

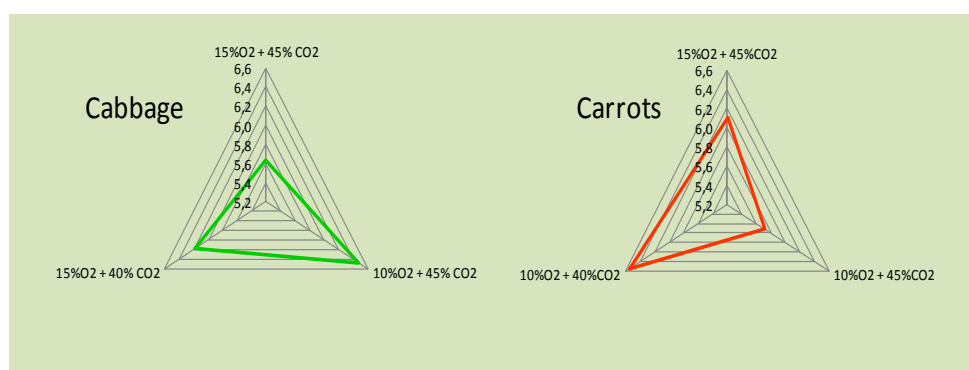


Figura 23: Resultados do teste de aceitabilidade realizado com consumidores da cantina da ESTG.

De acordo com a opinião dos consumidores as amostras não são muito diferentes entre si pois a sua aceitabilidade difere em apenas 0,5 pontos.

No final deste Segundo estudo, foi possível verificar que relativamente à couve, as amostras embaladas em 15/45 (O₂/CO₂) são as que, na opinião dos provadores, apresentam menos problemas em relação às restantes amostras em estudo, exceptuando o atributo textura, como se verificou acima. Verifica-se também, que não existem diferenças substanciais entre os restantes parâmetros avaliados (pH, cor, CFU/g e actividade antioxidante). As amostras de couve embaladas em atmosfera 10/45 e 15/40 (O₂/CO₂), não demonstram diferenças significativas entre si.

Já nas amostras de cenoura, a atmosfera 15/45 (O₂/CO₂) ficou mais próxima de atributos como a cor e o aspecto enquanto do outro lado a atmosfera 10/45 (O₂/CO₂) se evidenciou mais na textura. Apesar de tudo, as diferenças verificadas entre as amostras embaladas, sob diferentes atmosferas, não são significativas. Assim, para o Estudo final, as atmosferas foram seleccionadas com base na necessidade de uniformização da metodologia, mas também em factores de apreciação verificados não só pelo painel de provadores mas também pelos consumidores.

4.3. Estudo Final

4.3.1. Selecção da composição da atmosfera modificada

Na sequência dos estudos anteriores, foram seleccionadas duas atmosferas para o estudo final, tal como descrito na Tabela 9.

Tabela 9: Composição das atmosferas usadas no estudo final.

| | O ₂ % | CO ₂ % | N ₂ % |
|----------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | 10 | 45 | 45 |
| Couve/Cenoura | 15 | 45 | 40 |
| | 21* | 0* | 79* |

* Nota: Composição de atmosfera normal (ar) usada para comparação com restantes amostras.

Com o objectivo de se uniformizar a avaliação focou-se o estudo em duas atmosferas iguais tanto para a couve repolho como para a cenoura. Esta escolha prendeu-se com a necessidade de encontrar uma atmosfera que possa corresponder às necessidades de dois vegetais diferentes simplificando a sua aplicação a nível industrial, e permitindo o uso potencial desta tecnologia em empresas de pequena e média dimensão que muitas vezes possuem recursos limitados.

Para além das amostras embaladas em atmosfera modificada, foram embaladas outras amostras, com as mesmas porções de vegetais mas, com atmosfera normal (ar), portanto, sem modificação activa da atmosfera (Tabela 9).

4.3.2. Desenvolvimento – Estudo Final

No estudo final, pretendeu-se, à semelhança do segundo estudo, verificar de que forma o embalamento em atmosfera modificada permite melhorar os tempos de vida dos produtos estudados, assim como, de que forma afecta as suas propriedades nutricionais, verificando neste caso se existem benefícios em relação aos mesmos produtos embalados numa atmosfera normal de ar. Os registos efectuados durante o estudo final podem ser consultados nos Apêndices 4 e 6.

Tabela 10: Tabela resumo dos resultados obtidos no estudo final.

| Amostra | Atmosfera (%O ₂ %CO ₂) | Dia | EC ₅₀ (mg/ml) | pH (T≈22°C) | CFU/g | ΔEab | Medição Gases | | |
|---------------|--------------------------------------------------|-----|-----------------------------|----------------|----------|------|----------------|-----------------|-----------------------|
| | | | | | | | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (bal)* |
| Couve Repolho | 10/45 | 0 | 16,18 | 5,79 | 2,40E+01 | | 10,75 | 45,40 | 43,85 |
| | | 6 | 17,13 | 6,26 | 1,30E+03 | 2,85 | 0,56 | 55,26 | 44,18 |
| | | 8 | 17,99 | 6,80 | 2,86E+03 | 1,64 | 0,16 | 57,60 | 42,24 |
| | | 10 | 19,17 | 6,88 | 5,02E+03 | 2,48 | 0,00 | 59,05 | 40,95 |
| | 15/45 | 0 | 16,18 | 5,79 | 2,40E+01 | | 15,20 | 45,65 | 39,15 |
| | | 6 | 17,30 | 6,27 | 1,13E+03 | 3,46 | 5,84 | 50,59 | 43,57 |
| | | 8 | 18,19 | 6,92 | 2,46E+03 | 1,51 | 2,85 | 59,12 | 38,03 |
| | | 10 | 19,52 | 7,06 | 4,69E+03 | 2,36 | 0,09 | 62,84 | 37,07 |
| | Atm Normal | 0 | 16,18 | 5,79 | 2,40E+01 | | 20,94 | 0,00 | 79,05 |
| | | 6 | 17,90 | 6,31 | 6,78E+03 | 2,58 | 10,54 | 7,82 | 81,64 |
| | | 8 | 19,86 | 6,91 | 1,92E+04 | 3,64 | 7,19 | 13,93 | 78,88 |
| | | 10 | 22,11 | 7,07 | 5,18E+04 | 1,17 | 4,02 | 19,02 | 76,95 |
| Cenoura | 10/45 | 0 | 15,99 | 5,67 | 1,90E+01 | | 10,56 | 45,60 | 43,84 |
| | | 6 | 17,96 | 5,92 | 1,08E+03 | 3,93 | 4,27 | 48,23 | 47,50 |
| | | 8 | 18,95 | 6,47 | 2,48E+03 | 2,57 | 1,94 | 51,01 | 47,06 |
| | | 10 | 20,15 | 6,81 | 6,45E+03 | 3,37 | 0,00 | 54,49 | 45,51 |
| | 15/45 | 0 | 15,99 | 5,67 | 1,90E+01 | | 15,16 | 45,78 | 39,06 |
| | | 6 | 18,04 | 5,87 | 1,22E+03 | 4,85 | 7,20 | 51,94 | 40,86 |
| | | 8 | 19,38 | 6,57 | 2,41E+03 | 2,83 | 4,12 | 55,69 | 40,19 |
| | | 10 | 21,00 | 6,84 | 6,61E+03 | 2,12 | 1,97 | 59,89 | 38,14 |
| | Atm Normal | 0 | 15,99 | 5,67 | 1,90E+01 | | 20,92 | 0,00 | 79,08 |
| | | 6 | 20,24 | 5,98 | 5,13E+03 | 3,97 | 14,24 | 5,47 | 80,29 |
| | | 8 | 22,05 | 6,62 | 1,08E+04 | 4,58 | 9,44 | 12,91 | 77,66 |
| | | 10 | 24,33 | 6,97 | 5,30E+04 | 3,54 | 6,97 | 18,35 | 74,68 |

Nota: Os dados apresentados foram obtidos pelo cálculo da média aritmética dos resultados experimentais obtidos em triplicado.
*Valor obtido por diferença (100% - %O₂ - %CO₂).

Tal como já havia sido feito no segundo estudo, os produtos, couve repolho e cenoura, foram adquiridos num produtor local na manhã do dia da realização do estudo experimental. Foi, verificada a excelente qualidade e frescura dos vegetais, requisitos

fundamentais para o processamento mínimo. O processamento mínimo dos vegetais decorreu tal como descrito na secção 3.2.

Como referido na secção “Seleccção da composição da atmosfera modificada”, as atmosferas seleccionadas para este estudo foram 10/45, 15/45 (O_2/CO_2) e atmosfera normal (ar). Durante o período de armazenamento, aos dias 0, 6, 8 e 10, foram efectuadas várias avaliações dos parâmetros físico-químicos (pH, cor, actividade antioxidante), contagem de microrganismos totais a 30°C, tal como descrito na secção 3.3.. Todos os resultados obtidos são apresentados na Tabela 10.

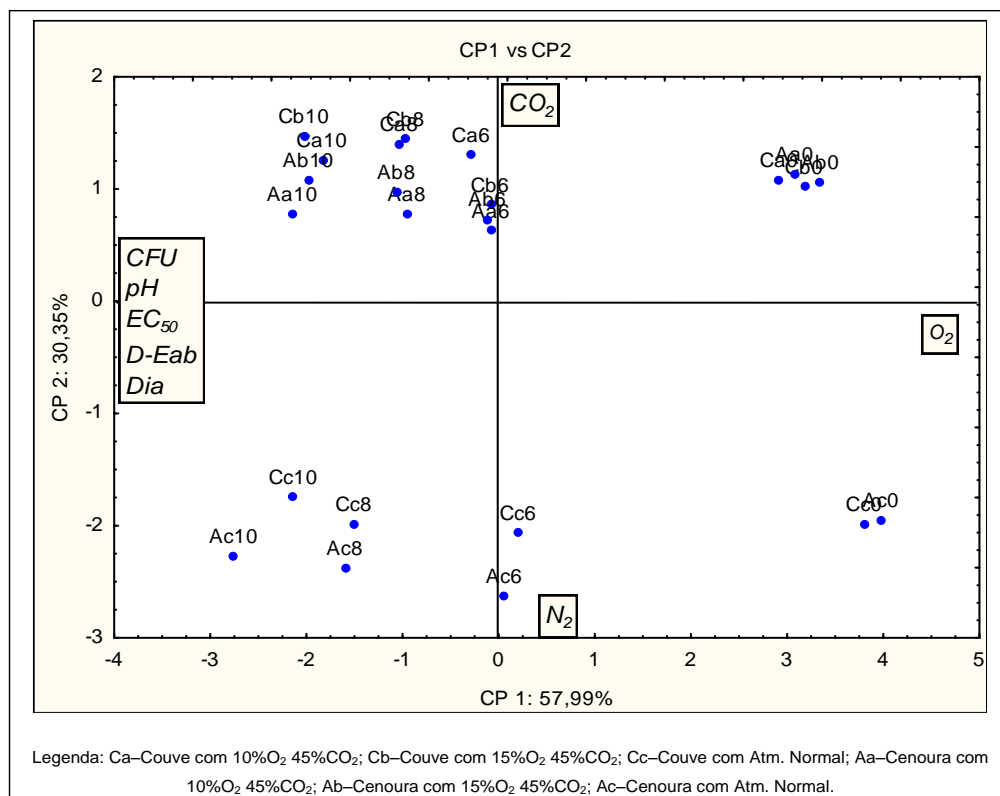


Figura 24: Análise multivariada pelo método de análise das componentes principais (ACP). Estudo Final.

Tal como feito anteriormente, para procurar as principais estruturas existentes nos dados da Tabela 10, efectuou-se uma análise multivariada. Neste caso, não havendo dados agrupados, efectuou-se uma análise de componentes principais (ACP). Como se pode verificar na Figura 24, a principal estrutura corresponde a uma correlação positiva entre os parâmetros CFU, pH, EC_{50} , D-Eab (Δ -Eab) e Dia, todos correlacionados negativamente com o O_2 presente nas embalagens, e que corresponde a 58% da informação total. Mais de 30% da informação está espalhada na componente dois (CP2), que representa a variação nos níveis de CO_2 .

Assim, como se explica acima, componente principal 1 (CP 1) representa a variação das amostras ao longo do tempo, explicando 57.99% dos parâmetros correlacionados, e a componente principal 2 (CP 2) representa a separação entre as amostras embaladas com atmosfera normal (ar) e as atmosferas modificadas, que explica 30.35% dos parâmetros correlacionados (Figura 24).

Pela avaliação dos resultados obtidos e representados na Figura 24 é possível verificar que verticalmente ao longo da CP 2 as amostras, tanto de couve como de cenoura, com atmosfera normal (Cc e Ac, respectivamente) para os vários dias de amostragem (0, 6, 8 e 10) se encontram na parte negativa da CP2, claramente separadas das restantes amostras. Esta separação deve-se ao facto de estas terem elevadas concentrações de N₂ e baixas concentrações de CO₂, uma vez que estamos a falar de uma atmosfera inicial de ar com 21%O₂, 0%CO₂ e 79%N₂. Assim, verifica-se uma separação nítida e sistemática entre as amostras com atmosfera normal e as amostras com atmosfera modificada.

Por outro lado, ao longo da CP 1 é possível verificar que as amostras têm o mesmo comportamento, sendo que as de 10 dias estão nos valores mais negativos e as de 0 dias nos valores mais positivos. Ao longo do tempo (Dia) a concentração de O₂ vai diminuindo nas embalagens, verificando-se um aumento dos valores de CFU/g, pH, EC50, D-Eab. Também é possível concluir que as amostras embaladas com 15% de O₂ estão quase sempre acima das amostras embaladas com 10% de O₂, o que é mais evidente nas amostras de cenoura, factor influenciado pela maior produção de CO₂ nestas amostras. No entanto, não é possível, através da Figura 24, verificar e concluir se a taxa de respiração dos vegetais frescos é influenciada pela composição inicial das atmosferas.

4.3.2.1. Evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo de armazenamento

Para este estudo foram efectuadas medições da composição de gás em cada embalagem, ao longo dos 10 dias de armazenamento, de acordo com a metodologia descrita na secção 3.2.. As médias dos resultados obtidos para cada atmosfera em cada um dos dias são apresentados na Tabela 10. Através da análise dos gráficos

apresentados de seguida, é possível verificar de que forma se comportaram as atmosferas ao longo do tempo e para cada produto.

Nas amostras de couve conservadas sob atmosfera 10/45 (O_2/CO_2), verificou-se um rápido decréscimo da concentração de O_2 logo nos primeiros 6 dias de armazenamento. Através da Figura 25, é possível perceber que ao 6º dia de armazenamento já só restavam 0.56% de O_2 de 10.75% iniciais, para os restantes 4 dias de armazenamento. Este elevado consumo pode ser explicado pelo aumento da taxa de respiração dos produtos minimamente processados, provocado pelas etapas de processamento mínimo, como o corte, descascamento e outras. A concentração de O_2 entre os dias 8 e 10 foi de aproximadamente 0%.

Para as amostras de couve repolho em atmosfera de 15/45 (O_2/CO_2), Figura 26, foi possível verificar que o consumo de oxigénio ocorre de forma rápida e semelhante à amostra de 10/45 (O_2/CO_2), nos primeiros 6 dias de armazenamento. As amostras com 10% de O_2 têm um consumo de 10.19% e a de 15% O_2 de 9.36%, nos primeiros 6 dias. Verificou-se que as amostras com 10 e 15% de O_2 tiveram comportamentos semelhantes neste estudo bem como no segundo estudo. O aumento da concentração de CO_2 nas embalagens com 10% de O_2 é maior nos primeiros 6 dias, enquanto que nas embalagens com 15% de CO_2 esse aumento mais acentuado ocorre entre o 6º e o 8º dia.

Relativamente às amostras em atmosfera normal, através da Figura 27, verifica-se que o consumo de oxigénio é de 10.4% até ao 6º dia, sendo que no final dos 10 dias possuem ainda cerca de 4%. O maior consumo de O_2 , ao longo dos 10 dias, ocorre nestas embalagens. Tal facto poderá estar relacionado com a disponibilidade do gás no interior das embalagens.

Como referido anteriormente, a maior disponibilidade de O_2 faz com que o seu consumo pelos vegetais seja superior ao verificado em embalagens onde o mesmo seja mais raro.

A concentração de CO_2 tem um aumento gradual nos primeiros 6 dias até 7.82%, tendo nos dias seguintes um aumento ligeiramente superior até 19% no total dos 10 dias de embalagem. As atmosferas de 10 e 15% de O_2 tiveram uma produção total de CO_2 de 13.65% e 17.19%, respectivamente, verificando-se assim que quanto maior a quantidade de O_2 consumida maior também a produção de CO_2 .

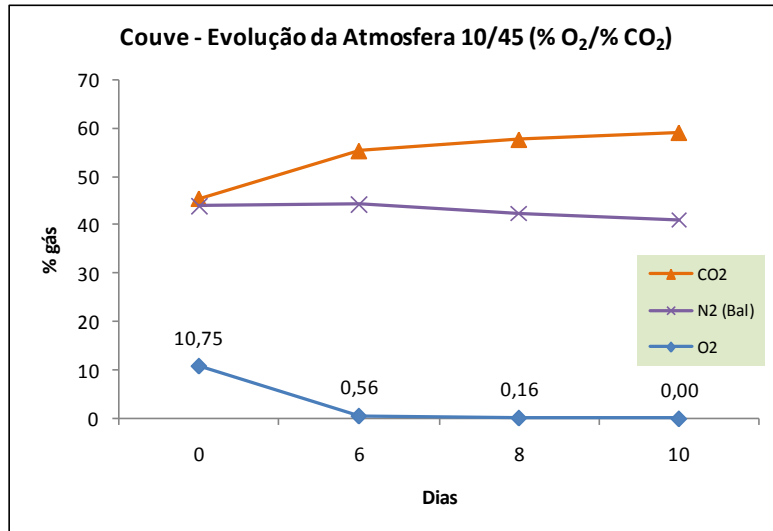


Figura 25: Gráfico da evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo. Couve 10/45 (O₂/CO₂).

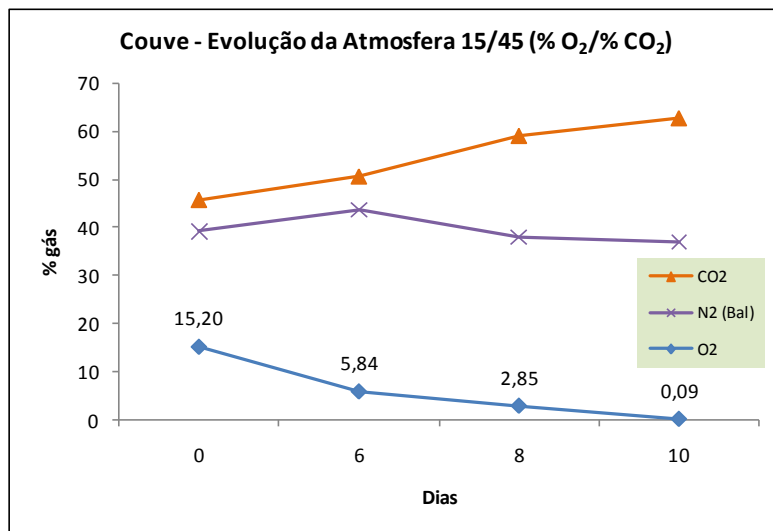


Figura 26: Gráfico da evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo. Couve 15/45 (O₂/CO₂).

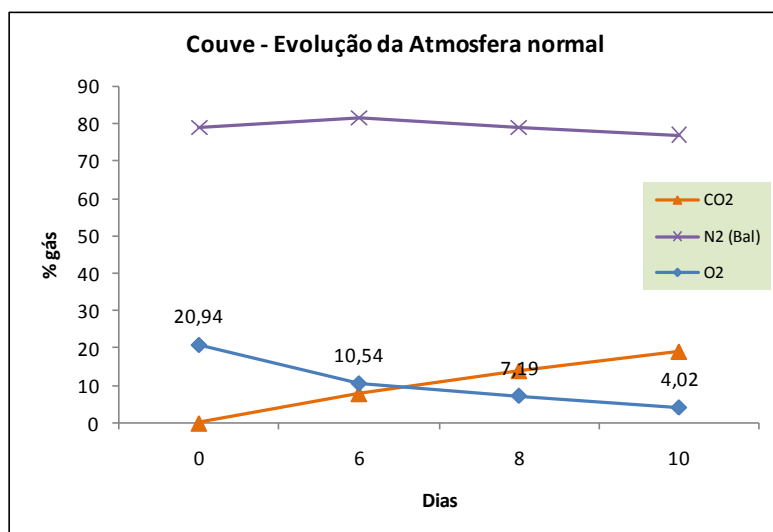


Figura 27: Gráfico da evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo. Couve em atmosfera normal.

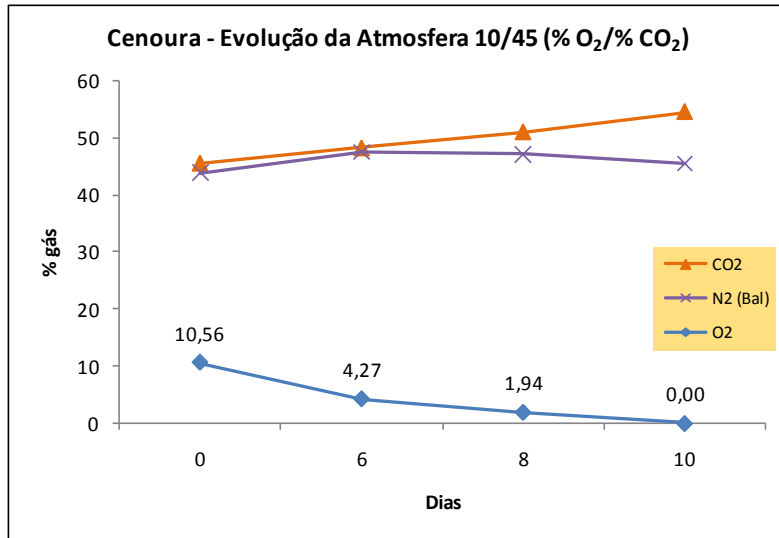


Figura 28: Gráfico da evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo. Cenoura a 10/45 (O₂/CO₂).

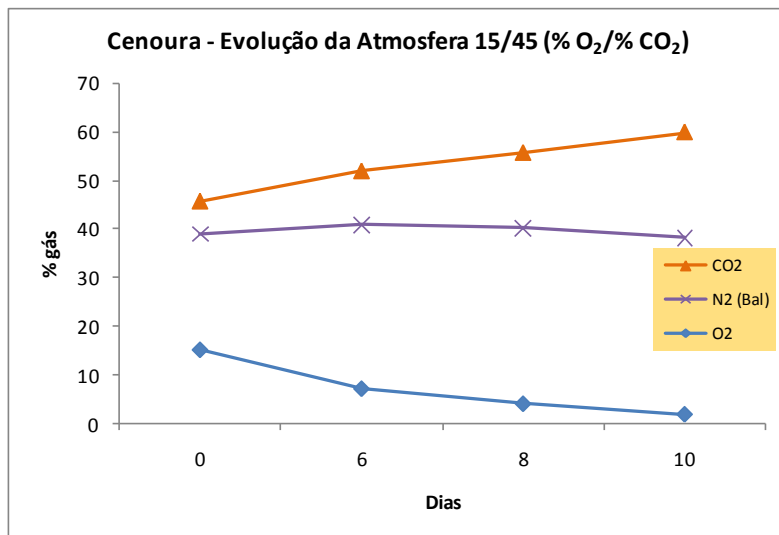


Figura 29: Gráfico da evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo. Cenoura a 15/45 (O₂/CO₂).

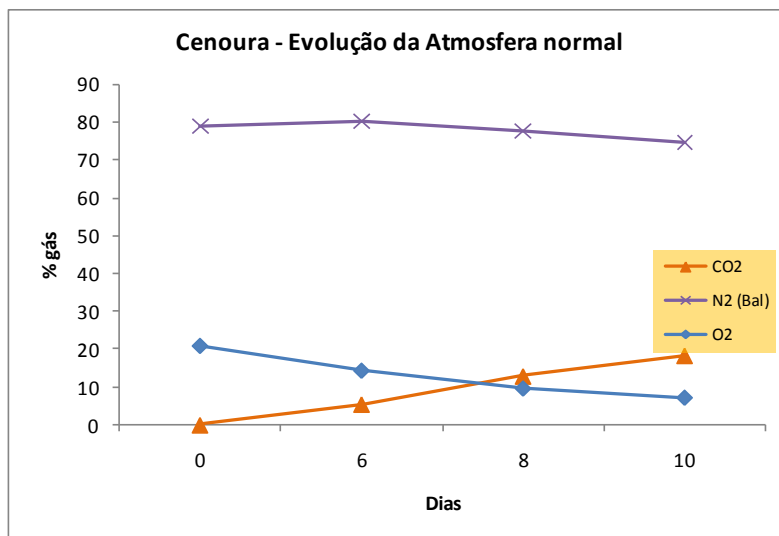


Figura 30: Gráfico da evolução da composição da atmosfera ao longo do tempo. Cenoura em atmosfera normal.

No que diz respeito às amostras de cenoura, verificou-se, tal como no segundo estudo, que as atmosferas com 10 e 15% de O_2 consomem nos primeiros 6 dias a maior parte do O_2 . Este consumo é também menor do que o consumo verificado nas amostras de couve, pois a taxa de respiração das cenouras é menor do que a das couves tal como se explicou no segundo estudo.

A maior disponibilidade de O_2 na atmosfera envolvente da cenoura veio mais uma vez mostrar um maior consumo deste gás. A atmosfera com 10% de O_2 chega ao final dos 10 dias de embalamento já sem O_2 enquanto a atmosfera de 15% termina com quase 2%.

A produção de CO_2 ocorre também de forma semelhante, embora com uma subida um pouco mais acentuada até ao 6º dia, para as amostras com 15% de O_2 .

A maior disponibilidade de O_2 nas amostras de cenoura mostra, como esperado, um maior consumo deste gás. Nas amostras embaladas com atmosfera normal foi verificado um consumo de O_2 de 13.95% e uma produção de 18.35% de CO_2 , ao longo dos 10 dias de embalamento. Constatou-se portanto que a produção de CO_2 é superior nas amostras com atmosfera normal, como comprovam as medições efectuadas, pois, as amostras embaladas com 10/45 e 15/45 (O_2/CO_2), no final do 10º dia, apresentam uma subida menor da concentração de CO_2 (9% e 14%, respectivamente).

4.3.2.2. Evolução do pH

A evolução do **pH** da couve ao longo do embalamento foi semelhante nos três tipos de atmosfera usados. Verifica-se uma tendência de subida do pH, desde o início do armazenamento até ao 10º dia, tal como foi verificado no segundo estudo. As diferenças de pH, entre as amostras, não são muito significativas, verificando-se, apenas aos dez dias, uma pequena diferença entre a amostra com 10/45 e as restantes.

Foram registados valores de pH de 6.88, 7.06 e 7.07 para as amostras embaladas com 10/45 e 15/45 (O_2/CO_2) e Atmosfera normal, respectivamente. As amostras embaladas em atmosfera normal apresentaram um comportamento, ao longo do tempo de armazenamento, muito semelhante às amostras com 15/45 (O_2/CO_2).

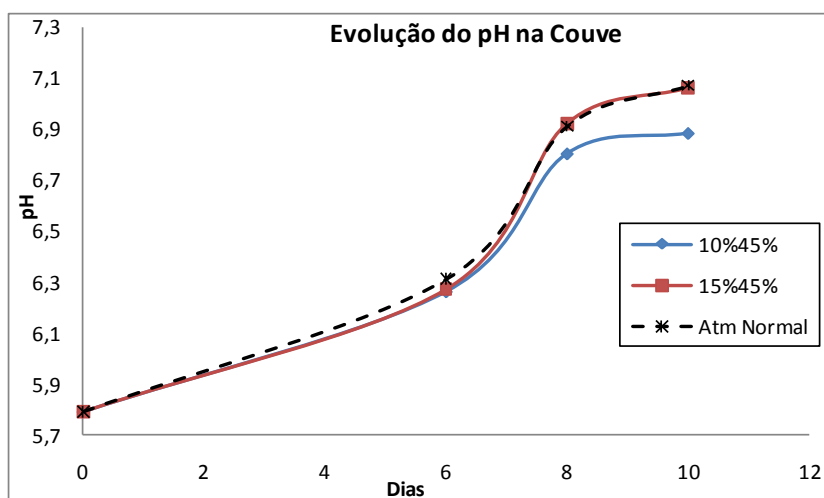


Figura 31: Evolução do pH da couve ao longo do tempo.

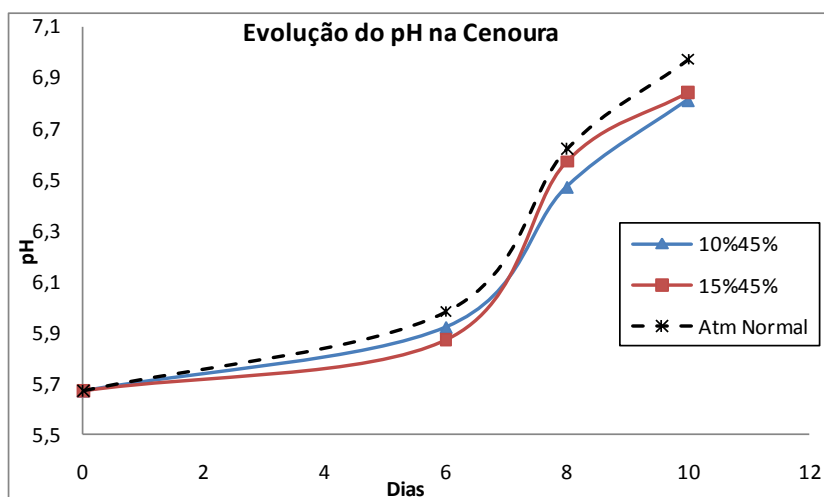


Figura 32: Evolução do pH da cenoura ao longo do tempo.

A evolução do pH nas amostras de cenoura segue, também, tal como esperado, uma tendência de subida ao longo dos 10 dias de armazenamento. Como se pode observar no gráfico da Figura 32. O pH inicial da cenoura foi de 5,67, ficando no fim do embalamento em 6,81, 6,84 e 6,97 para as amostras com 10% e 15% de O_2 e atmosfera normal, respectivamente.

4.3.2.3. Actividade antioxidante

Tal como sucedeu com o segundo estudo foi determinada a actividade antioxidante (EC_{50}) nas várias amostras de couve repolho e de cenoura. Verificou-se que nas amostras de couve e de cenoura, para as várias atmosferas, ocorre um aumento do valor

EC₅₀ do dia 0 até ao dia 10, tendência esta que já havia sido verificada no segundo estudo.

No entanto, e depois de os métodos terem sido aperfeiçoados e adequados aos produtos, principalmente no que diz respeito à introdução de uma etapa de filtração dos extractos obtidos para a determinação da absorbância, verificou-se que o valor de EC₅₀, tanto para a couve como para a cenoura, não apresenta um aumento tão acentuado como foi verificado no segundo estudo. Os valores do segundo estudo foram certamente influenciados pela turvação verificada nos extractos, o que fez subir os valores do EC₅₀. Todos os registos efectuados para a determinação da actividade antioxidante apresentam-se no Apêndice 6.

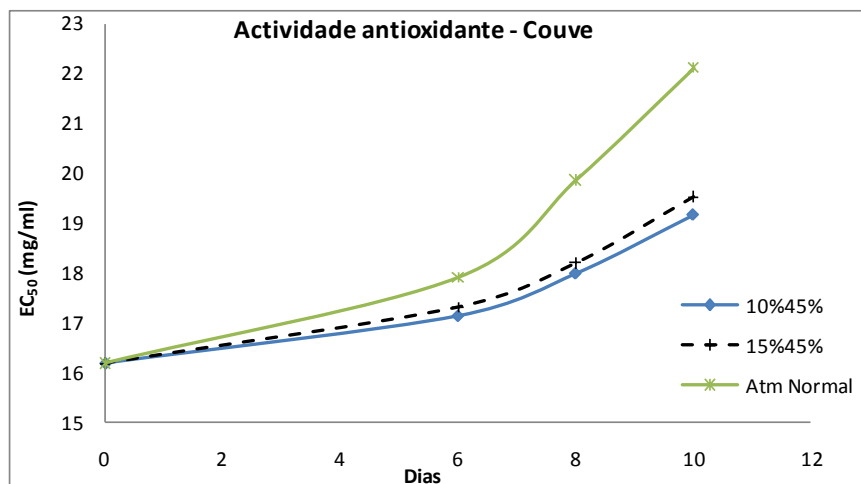


Figura 33: Actividade antioxidante da couve.

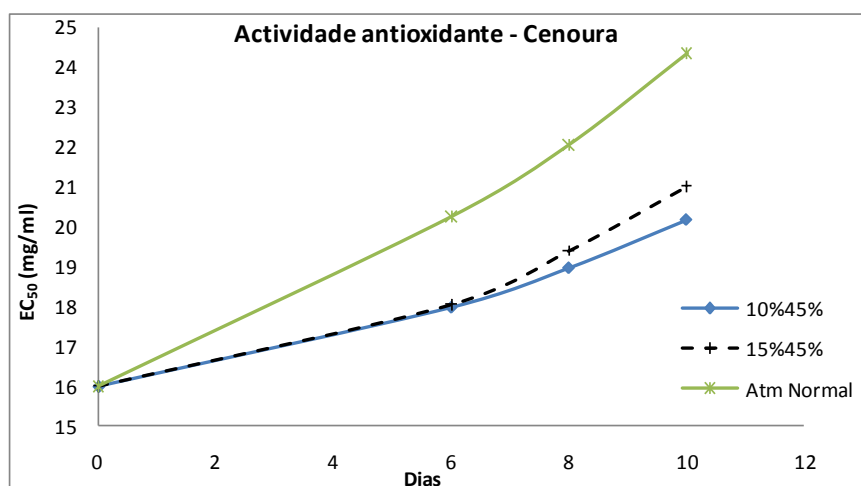


Figura 34: Actividade antioxidante da cenoura.

Conclui-se, após determinação do EC_{50} , que a actividade antioxidante na couve com 10 e 15% de O_2 é muito semelhante. O EC_{50} , no final do tempo de armazenamento, para a couve repolho com 10% de O_2 foi de 19.17mg de amostra/ml e para a couve com 15% de O_2 foi de 19.52mg de amostra/ml, sendo significativamente maior para as amostras embaladas em atmosfera normal, que apresentaram um EC_{50} de 22.11mg de amostra/ml. Isto significa que a actividade antioxidante, no final dos 10 dias de armazenamento, é menor nas amostras com atmosfera normal do que em amostras com atmosfera modificada, como se pode verificar pelo gráfico da Figura 33.

Assim, o recurso a embalagens com atmosfera modificada, tal como as estudadas, traz vantagens relativamente à conservação da actividade antioxidante, pois verificou-se uma perda maior de actividade antioxidante nas amostras embaladas em atmosfera normal (ar). Tal é, provavelmente, devido à redução da taxa de respiração e consequentemente desaceleração de outras reacções metabólicas responsáveis pela degradação e consequente perda da qualidade dos produtos em estudo.

Relativamente à cenoura (Figura 34), verificou-se que o EC_{50} inicial (dia 0) foi de 15.99 mg de amostra/ml. As amostras em atmosfera modificada com 10% e 15% apresentam um comportamento semelhante, apresentando uma perda gradual da actividade antioxidante, sendo, o EC_{50} , ao 10º dia de 20.15mg de amostra/ml e 21.00mg de amostra/ml, respectivamente.

Nas amostras de cenoura embaladas em atmosfera normal (ar), verificou-se um aumento maior do EC_{50} ao longo do tempo de estudo, terminando o mesmo com um valor de EC_{50} de 24.33mg de amostra/ml. Significa, portanto, que a perda de actividade antioxidante, na cenoura embalada com ar por um período de 10 dias, é superior às amostras de cenoura embaladas em atmosfera modificada, tal como se verificou na couve.

4.3.2.4. Contagem de microrganismos a 30°C

À semelhança do que foi feito no segundo estudo, foram efectuadas contagens de microrganismos a 30°C nas várias amostras de couve e de cenoura. Na Figura 35, é possível verificar que, tanto as amostras de couve como as amostras de cenoura, apresentaram resultados relativos ao desenvolvimento de microrganismos, mais elevados

nas amostras embaladas com ar do que nas embalagens que continham uma atmosfera modificada. Tal pode dever-se ao efeito bacteriostático das altas concentrações de CO_2 usadas na embalagem das amostras. Ao contrário, as amostras embaladas com ar, iniciam o período de armazenamento com 0% de CO_2 e só após algum tempo, devido à respiração dos vegetais, este gás entra na composição da atmosfera interior da embalagem. O efeito bacteriostático do CO_2 é referido por Porte e seus colaboradores (2001) como sendo benéfico para a conservação deste tipo de produtos.

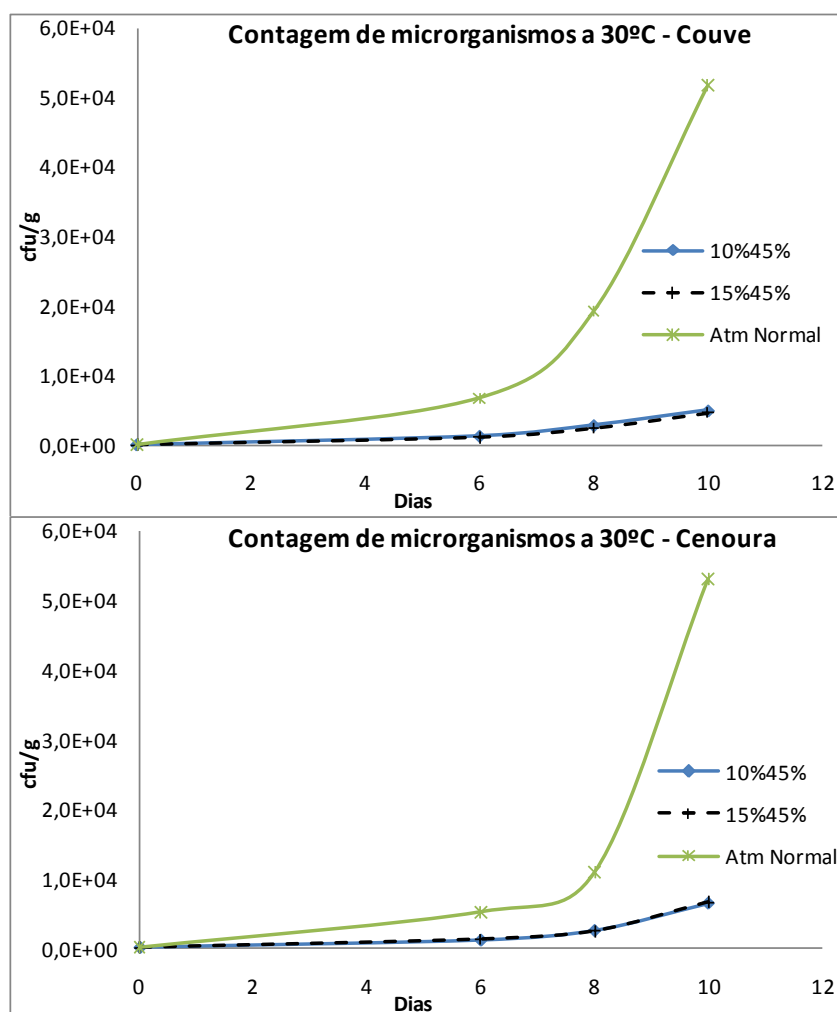


Figura 35: Crescimento de microrganismos a 30°C, expresso em CFU/g, ao longo do armazenamento.

Outro factor que pode influenciar o desenvolvimento de microrganismos relaciona-se com a concentração de O_2 na atmosfera envolvente do produto. As embalagens em atmosfera modificada activa iniciam o estudo com menor quantidade de O_2 do que as embalagens com ar, fazendo com que a partir do 6º dia de armazenamento, quase todas elas tenham

valores de O₂ inferiores a 5%, o que somado às elevadas concentrações de CO₂ pode ser, para grande parte da microflora presente, impeditivo do seu desenvolvimento.

Foi verificado, tal como se pode constatar através dos gráficos apresentados na Figura 35, que a contagem de microrganismos totais a 30°C é menor nas embalagens com atmosfera modificada, tanto na couve como na cenoura, ao longo do tempo de armazenamento. Estes resultados estão de acordo com o esperado, pois, Porte e seus colaboradores (2001), puderam verificar que o enriquecimento da atmosfera de armazenamento com CO₂, em temperatura de 6 a 10°C produz um crescimento mais lento da flora mesofílica quando em comparação com uma atmosfera de ar. Isto porque o CO₂ inibe alguns tipos de microrganismos, embora não se verifiquem efeitos directos sobre outros (Porte *et al.*, 2001).

4.3.2.5. Análise Sensorial – Avaliação de resultados

A avaliação da evolução de algumas propriedades organolépticas foi efectuada tal como no segundo estudo. Todas as avaliações seguiram as metodologias descritas no capítulo materiais e métodos, secção 3.3.4..

Foi construído o **perfil sensorial** da couve usada neste estudo, com base nos resultados obtidos na análise descritiva quantitativa (ADQ) realizada pelo painel de provadores.

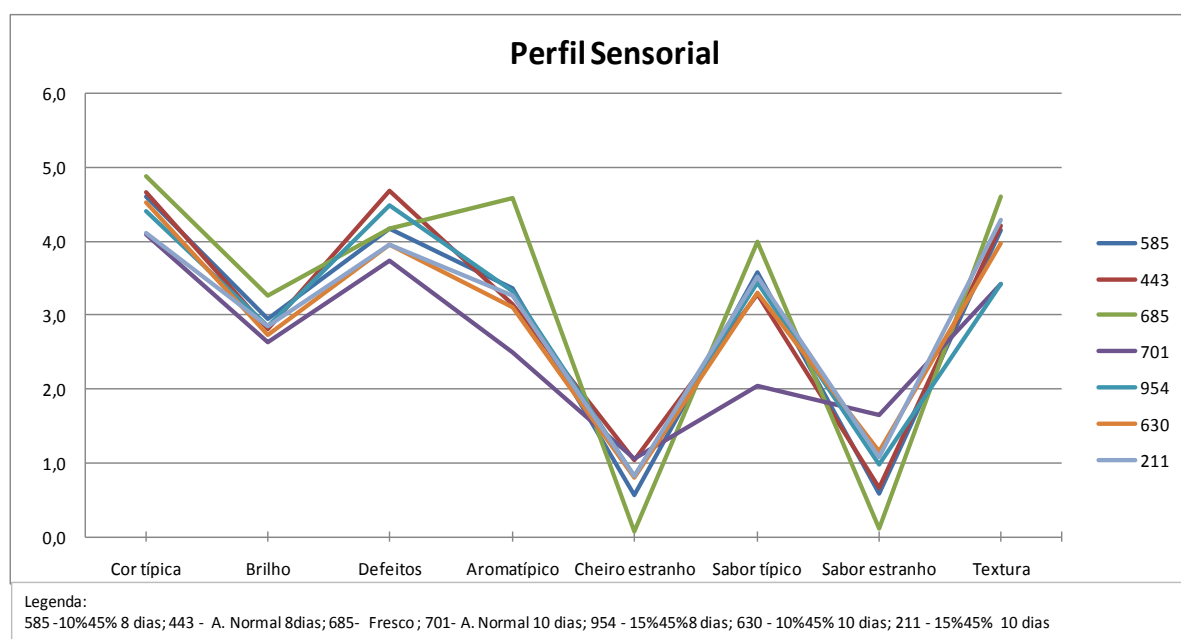


Figura 36: Perfil sensorial da Couve.

A Figura 36 mostra, que a amostra de couve fresca (0 dias), apresenta de uma forma geral, os melhores resultados, como seria esperado, sobretudo no que respeita ao aroma típico. No entanto, as restantes amostras não parecem distanciar-se muito desta, com excepção das amostras armazenadas sob condições de atmosfera normal, que apresentam piores resultados quando submetidas à apreciação dos provadores.

O recurso a gráficos, como o apresentado na Figura 36, não permite verificar se existem diferenças significativas entre as amostras, o que é difícil, daí a necessidade de recorrer a outras análises, como a AVC. Esta revela as diferenças visíveis, considerando também as diferenças entre provadores.

Os dados obtidos na análise sensorial das amostras objecto de estudo deste trabalho, foram também submetidos a uma análise de variáveis canónicas. Como já se referiu atrás, nesta análise são indicados os grupos aos quais as unidades analisadas pertencem (provadores, alimentos, etc). Assim, procuram-se os conjuntos de variáveis correlacionadas entre si (chamadas variáveis canónicas), ao longo das quais as médias dos grupos estão mais afastadas entre si, em relação às dispersões verificadas dentro dos grupos (Aguiar e Alves, 1993; Alves, 1995; Alves e Oliveira, 2005). Nesta parte do trabalho, os grupos são os alimentos, sendo os elementos de cada grupo os provadores.

Nos resultados apresentados na Tabela 11, que resume o tratamento estatístico que permitiu a identificação das variáveis canónicas (VC) para as amostras de couve, verifica-se que não existem diferenças estatisticamente significativas entre as amostras ($p > 0,05$).

Tabela 11: Identificação de variáveis canónicas

| | Eigen-value | Eigen-value (%) | Canonicl R | Wilks' Lambda | Chi-Sqr. | df | p-level |
|---|-----------------|-----------------|------------|---------------|----------|----|----------|
| 0 | 0,788978 | 51,30779 | 0,664095 | 0,294147 | 49,55888 | 48 | 0,410858 |
| 1 | 0,500697 | 32,56065 | 0,577618 | 0,526222 | 26,00227 | 35 | 0,864955 |
| 2 | 0,146296 | 9,51375 | 0,357247 | 0,789700 | 9,56212 | 24 | 0,996129 |
| 3 | 0,053076 | 3,45155 | 0,224501 | 0,905231 | 4,03241 | 15 | 0,997629 |
| 4 | 0,040701 | 2,64684 | 0,197761 | 0,953276 | 1,93794 | 8 | 0,982856 |
| 5 | 0,007987 | 0,51942 | 0,089017 | 0,992076 | 0,32220 | 3 | 0,955800 |

Tabela 12: correlação entre atributos sensoriais e variáveis canónicas.

| | VC 1 | VC 2 |
|-----------------|------------------|-----------|
| Cor típica | -0,286827 | -0,378664 |
| Brilho | -0,137241 | -0,021694 |
| Defeitos | -0,045959 | -0,261275 |
| Aroma típico | -0,597907 | -0,096202 |
| Cheiro estranho | 0,339769 | -0,049595 |
| Sabor típico | -0,410186 | -0,190081 |
| Sabor estranho | 0,394706 | 0,290755 |
| Textura | -0,491291 | -0,221493 |

As amostras c8 e c10 estão situadas no gráfico, para a direita e para baixo. E as amostras do dia 0 estão para a esquerda. Todas as restantes estão misturadas. Deve-se então concluir que a maioria dos provadores conseguiu perceber diferenças entre essas amostras, mas nas outras não perceberam diferenças. Na sequência desta observação, a análise torna-se pouco significativa.

O facto de os provadores andarem perdidos com as várias amostras embaladas em diferentes atmosferas, não permite perceber diferenças. É também importante lembrar que o facto de os provadores terem num só prato várias amostras, pode tornar mais fácil a identificação de diferenças.

No entanto, analisando a informação revelada pelas VC1 e VC2, da correlação entre os atributos sensoriais (Tabela 12), verifica-se que os atributos associados à tipicidade do produto (sabor e aroma) e textura, se encontram explicados no sentido negativo da 1ª variável canónica. No que respeita aos atributos relacionados com algum tipo de estranhez percebida pelos provadores, nas couves, estes são explicados no sentido positivo desta mesma variável.

Assim podemos retirar do gráfico apresentado na Figura 37 (VC1 vs VC2) que, de uma forma geral, as amostras de couve fresca com 0 dias, estão situadas para a esquerda da VC 1, devido à importância atribuída, pelos provadores, aos atributos aroma e sabor típicos. As amostras de couve em atmosfera normal com 10 dias de armazenamento, são

as que se encontram mais à direita, em valores positivos da VC1, desta vez à custa da pontuação elevada dos atributos cheiro e sabor estranho e mais próximas de atributos como o sabor e cheiro estranhos. As restantes amostras apresentam uma dispersão uniforme na zona central do gráfico, não se constatando grandes diferenças entre elas.

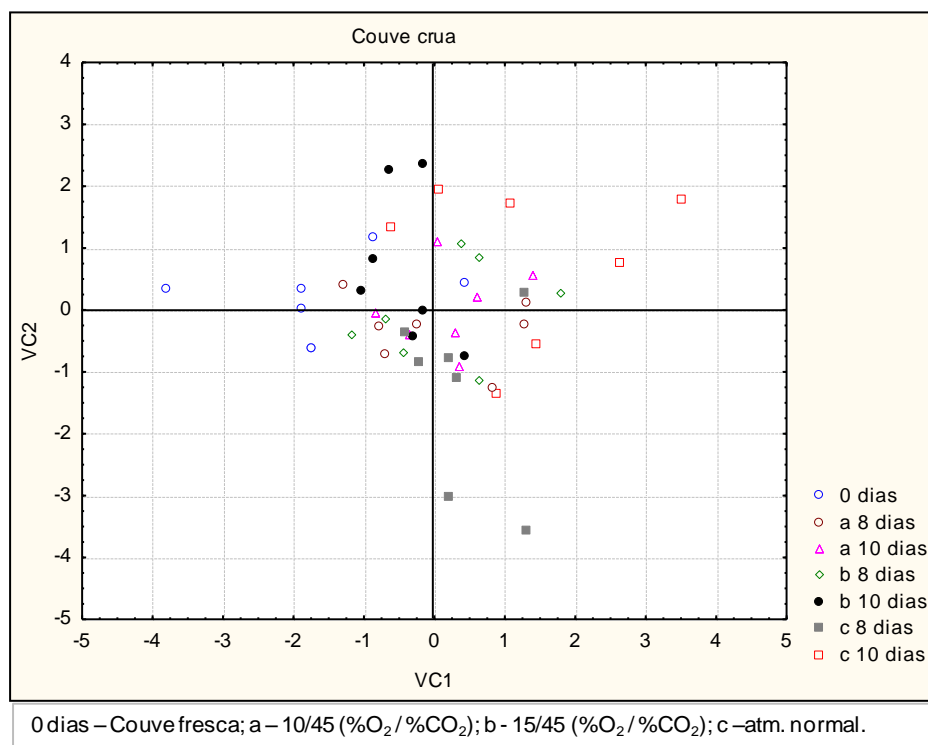


Figura 37: Análise multivariada, método de análise de variâncias. Couve.

Tal como esperado, nota-se alguma diferença entre as amostras de couve fresca e os diferentes tempos de armazenamento em atmosfera normal, ainda que estatisticamente essa diferença seja pouco significativa.

A análise sensorial realizada com as amostras de cenoura permitiu obter o **perfil sensorial** a partir de uma ADQ (Figura 38). Tal como havia sido constatado nas amostras de couve, a amostra de cenoura fresca é a melhor classificada na apreciação dos provadores. Contudo, e mais uma vez como esperado, devido ao tipo de produto, as diferenças são ainda menos notórias.

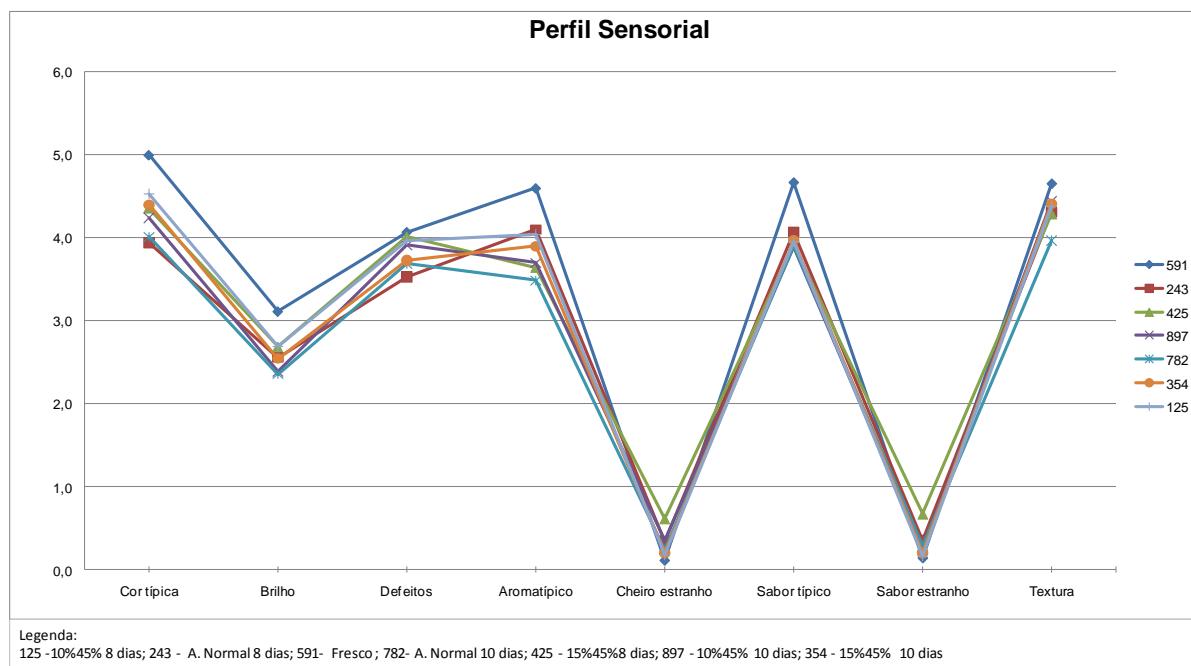


Figura 38: Perfil sensorial da Cenoura.

A análise das variáveis canônicas dos dados da análise sensorial da cenoura, resumido na Tabela 13, corrobora o acima constatado, indicando que não existem diferenças estatisticamente significativas entre as amostras ($p > 0,05$). A identificação das variáveis canônicas é majoritariamente explicada na VC1 e VC2. A correlação entre elas encontra-se apresentada na Tabela 14.

Tabela 13: Identificação de variáveis canônicas

| | Eigen- value | | Canonicl R | Wilks' Lambda | Chi-Sqr. | df | p-level |
|---|--------------|-------------|------------|---------------|----------|----|-----------------|
| 0 | 0,590777 | 0,455857515 | 0,609407 | 0,333769 | 44,44084 | 48 | 0,619477 |
| 1 | 0,341181 | 0,263263308 | 0,504369 | 0,530953 | 25,63983 | 35 | 0,876153 |
| 2 | 0,173234 | 0,133671858 | 0,384260 | 0,712104 | 13,75103 | 24 | 0,952075 |
| 3 | 0,152043 | 0,117319638 | 0,363286 | 0,835465 | 7,28057 | 15 | 0,949391 |
| 4 | 0,031095 | 0,023993309 | 0,173657 | 0,962491 | 1,54835 | 8 | 0,991876 |
| 5 | 0,007639 | 0,005894372 | 0,087069 | 0,992419 | 0,30820 | 3 | 0,958479 |

Os atributos cor, aroma, sabor típicos e a textura são explicados à esquerda da VC 1, como se pode verificar através da Tabela 14.

Tabela 14: Correlação entre atributos sensoriais e variáveis canônicas

| | VC 1 | VC 2 |
|----------------|-----------|-----------|
| Cor típica | -0,488592 | 0,240333 |
| Brilho | -0,204101 | -0,025099 |
| Defeitos | -0,083265 | 0,076049 |
| Aroma típico | -0,510903 | 0,035808 |
| Cheiro | 0,170732 | -0,159389 |
| Sabor típico | -0,485606 | -0,116888 |
| Sabor estranho | 0,140704 | -0,291739 |
| Textura | -0,430884 | 0,339774 |

Através do gráfico da Figura 39, não é possível extrair informação que permita distinguir as amostras, uma vez que os provadores andaram perdidos. Por essa razão, a análise perde clareza. Conclui-se pela não percepção de diferenças nas cenouras embaladas em diferentes atmosferas modificadas, que os provadores não as conseguem distinguir, vendo-se apenas diferenças para as amostras frescas e embaladas em atmosfera normal de ar.

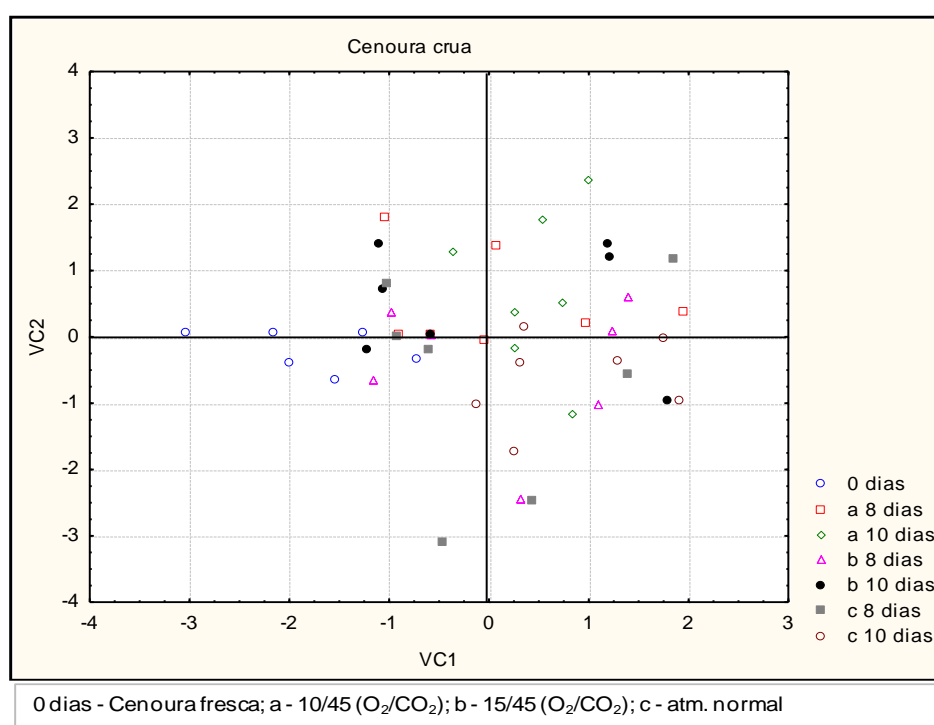


Figura 39: Análise multivariada pelo método da análise das variáveis canônicas. Cenoura.

Tal como foi referido anteriormente, a análise do gráfico da Figura 39, não permite estatisticamente retirar conclusões, no entanto foi possível fazer algumas considerações.

Observando o gráfico, verifica-se que a amostra de cenoura fresca (0 dias) é a única que se afasta no sentido dos atributos acima referidos. Em relação às restantes verifica-se alguma confusão na resposta dos provadores, o que é indicativo da dificuldade que o painel teve em encontrar diferenças.

Através do gráfico presente na Figura 39, é possível verificar que as amostras de cenoura fresca 0 dias se encontra mais à esquerda da VC1, sendo na opinião dos provadores, aquelas que apresentam melhores resultados de cor típica, aroma típico, sabor típico e textura. Verifica-se também que as amostras em atmosfera normal estão dispersas à direita da VC1. Uma vez que se trata de um método de conservação, os resultados vão de encontro ao objectivo da metodologia em estudo.

5. Conclusões

Os alimentos minimamente processados têm ganho, ao longo dos últimos anos, relevante importância no mercado dos produtos frescos, prontos a consumir. O crescimento deste segmento de mercado depende em grande parte da produção de produtos convenientes e pouco processados, que mantenham propriedades nutricionais semelhantes às verificadas nos produtos frescos. O conhecimento do impacto das operações de processamento mínimo nas propriedades organolépticas e nutricionais será útil para a extensão do tempo de vida, contribuindo para o sucesso deste tipo de produtos.

Os hortofrutícolas minimamente processados são mais perecíveis do que quando intactos, uma vez que são sujeitos a várias etapas de processamento que motivam e facilitam a sua deterioração. Esta, resultante de desordens fisiológicas, bioquímicas e microbiológicas a que estes produtos são susceptíveis.

Neste sentido, é fundamental, desenvolver tecnologias que permitam a manutenção das suas características. A modificação da atmosfera no interior da embalagem, recorrendo ao uso de baixas concentrações de O₂ e elevadas concentrações de CO₂, associada ao armazenamento sob condições de refrigeração, pode aumentar substancialmente a sua durabilidade sem perda substancial da qualidade.

A couve repolho e a cenoura minimamente processadas e embaladas com atmosfera modificada, mantidas a 5±1 °C apresentaram um comportamento mais estável ao longo dos 10 dias de armazenamento. A sua conservação, quando comparada com amostras embaladas com uma atmosfera inicial de ar, foi reconhecida pelos provadores e também comprovada pela aceitabilidade dos consumidores. Após dez dias de armazenamento sob refrigeração, a perda de actividade antioxidante é maior nas amostras, tanto de couve como de cenoura, embaladas sem atmosfera modificada (ar). A maior perda ocorre nos primeiros seis dias, em todas as amostras. Depois deste período, este parâmetro tende a estabilizar, assim como, os parâmetros microbiológicos. Na origem desta desaceleração, no crescimento microbiano, pode estar o facto do O₂, a partir dessa data, ter sido praticamente todo consumido assim como o aumento de CO₂ devido ao processo respiratório natural dos vegetais frescos. Ainda assim, a contagem de microrganismos encontra-se abaixo dos valores limite apresentados nos guias para este tipo de produtos.

É também possível concluir que as propriedades organolépticas foram afectadas durante o armazenamento em algumas das condições estudadas. De qualquer forma, entre as atmosferas modificadas, 10/45 e 15/45 (O₂/CO₂), e em qualquer dos produtos as diferenças não são significativas. Este facto permite concluir, que apesar de o comportamento variar ligeiramente, numa ou outra combinação de gases, fica provado que a metodologia usada é eficiente e permitiu alargar o tempo de vida útil destes vegetais em cerca de 40%.

Verificaram-se, portanto, diferenças e reconhecem-se benefícios na aplicação das atmosferas modificadas com impacto no tempo de vida útil dos vegetais frescos e na manutenção da sua qualidade nutricional pós-colheita. Os parâmetros utilizados para avaliação da qualidade podem ser úteis para estabelecer linhas orientadoras para o controlo da qualidade, desde a produção à distribuição de hortícolas ao consumidor.

6. Bibliografia

- Aguiar, A.; Alves, M.R. (1993), Especificações Sensoriais: aplicação a diferentes tipos de produção de batata frita, 1as Jornadas das Indústrias Alimentares. Instituto Superior de Agronomia (1992). Alitecna, 1993, 1, 21-26.
- Ahvenainen, R., e Hurme, E. (1994), Minimal processing of vegetables, in Minimal Processing of Foods, eds Ahvenainen, R., Mattila-Sandholm, T. and Ohlsson, T., VTT Symposium 142, VTT, espoo, Finland, 17-35.
- Al-Ati, T., e Hotchkiss, J.H. (2002), Application of packaging modified atmosphere to fresh-cut fruits and vegetables, In: O. Lamikanra (Ed.), Fresh-cut Fruits and Vegetables. Science technology and Market, Boca Raton, FL: CRC press
- Almeida, D., (2005), Manuseamento de Produtos Hortofrutícolas, In: Valorização das explorações agrícolas, SPI – Sociedade Portuguesa de Inovação, 1ª edição, Porto.
- Alves, J.A., Vilas Boas, E.V.B., Vilas Boas, B.M., Souza, E.C., (2010), Qualidade de produto minimamente processado à base de abóbora, cenoura, chuchu e mandioquinha-salsa, Ciênc. Technol. Aliment., Campinas, 30(3): 625-634, jul.-set.
- Alves, M.R., (1995), Análise estatística multivariada no estudo de resultados do controlo da qualidade sensorial de alimentos. Tese de Provas Públicas para a Categoria de Professor Coordenador. Instituto Politécnico de Viana do Castelo.
- Alves, M.R.; Oliveira, M.B., (2005), Monitorization of Consumer and Naïf Panels in the Sensory Evaluation of Two Types of Potato Chips by Predictive Biplots Applied to Generalized Procrustes and 3-way Tucker-1 Analysis. Journal of Chemometrics, 19; 564-574.
- Anderson, D., Phillips, J.B., (1999), Comparative in vitro and in vivo effects of antioxidants. Food and Chemical Toxicology, 37(1): 1015-1025.
- Anon., Crescimento Microbiano, Disponível em: <http://vsites.unb.br/ib/cel/microbiologia/crescimento/crescimento.html>, a 4 de Novembro de 2010.

- Aquino, A.C., Domingues, M.A., Carvalho, M.G., (2010), Controle de qualidade em frutas e hortaliças minimamente processadas, Mestrado em Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza/CE, disponível em: <http://br.monografias.com/trabalhos2/alimentos-processados/alimentos-processados2.shtml>, em 11 de Dezembro de 2010.
- Barth, M.M., Kerbel, S.L., Broussard, S., Schimidt, S.J., (1993), Modified atmosphere packaging protects market quality in broccoli spears under ambient temperature storage. *Journal Food Science*, v.58, n.5, p.1070-1072.
- Barth, M.M., Zhuang, H., Saltveit, M.E. (2002), Fresh-cut Vegetables. In: K.C. Gross, C.Y., Wang, and M.E. Saltveit (eds.). *The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks*. USDA Handbook No. 66. 3rd Edition. Washington D.C.: Agricultural Research Service.
- Brackett, R.E., (1997), Alteración microbiológicas y microorganismos patógenos de frutas y hortalizas refrigeradas minimamente procesadas. In: WILEY, R.C. *Frutas y hortalizas minimamente procesadas y refrigeradas*. Zaragoza: Acibia, p. 263304.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C., (1995), Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity, *Food Science and Technology*, v.28, p.25-30.
- Brecht, J.K., (1995), Physiology of lightly processed fruits and vegetables. *Hort Science*, v.30, n.1, p.18-22.
- Calbo, A.G., Moretti, C., Henz, G.P.,(2007), *Respiração de Frutas e Hortaliças*, Comunicado técnico, ISSN 1414-9850, Novembro, Brasília, DF
- Calbo, A.G.; Nery, A.A.; Herrmann, P.S., (1995.), De Intercellular deformation in compressed organs. *Annals of Botany*, v.76, n. 4, p. 365-370.
- Campos, F.L., Martino, H.S.D., Sabarense, C.M., Pinheiro-Sant'ana, H.M., (2008), Estabilidade de compostos antioxidantes em hortaliças processadas: Uma revisão, *Alim. Nutr.*, Araraquara, v.19, n.4, p. 481-490, out./dez.
- Carnelossi, M.G.A., 2000, *Fisiologia pós-colheita de folhas de couve (Brassica oleracea, L. var. acephala) minimamente processada*. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Viçosa, 2000, 81p.

- Cenci, S. A. ; Gomes, C. A.O., Alvarenga, A.L.B., Juinior, M.F., (2006), Boas Práticas de Processamento Mínimo de Vegetais na Agricultura Familiar. In: Fenelon do Nascimento Neto. (Org.). *Recomendações Básicas para a Aplicação das Boas Práticas Agropecuárias e de Fabricação na Agricultura Familiar*. 1a ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v. , p. 59-63.
- Chitarra, M.I.F., (1998), *Processamento mínimo de frutos e hortaliças*. Viçosa: centro de Produções Técnicas, 88p.
- Chu, Y-H., Chang, C-L., Hsu, H-F., (2000), Flavonoid content of several vegetables and their antioxidant activity. *J. Sci. Food Agric.*, v.80, n.5, p.561-566.
- Clemente, S., (1998), *O mercado de vegetais pré-processados*. Piracicaba : ESALQ-USP, Seminário.
- Daniels, J.A.; Krishnamurthi, R.; Rizvi, S.S.H., (1985), A review of effects of carbon dioxide on microbial growth and food quality. *J. Food Protection*, v. 48, n. 6, p. 532537.
- Del Nobile, M. A., Baiano, A., Benedetto, A., & Massignan, L., (2006), Respiration rate of minimally processed lettuce as affected by packaging, *Journal of Food Engineering*, 74, 60e69.
- Eskin, M.N., Editor. (1990), Biochemical changes in raw foods: fruits and vegetables. In: *Biochemistry of Foods*. Academic Press, Toronto, p 70-78.
- FAO, Anon., (1989), *Prevention of Post-Harvest Food Losses: Fruits, Vegetables and Root Crops, A Training Manual*, FAO Training Series No. 17/2, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Favel, D.J. A comparison of the vitamin C content of fresh and frozen vegetables *Food Chem.*, v.62, n.1, p.59-64, 1998.
- Fonseca, S. C., Morais, A.M.M.B., (2000), *Manual de Boas Práticas Pós-colheita para Hortícolas Frescos*, Associação para a Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica, Edição da ESB/UCP, Orgal.
- Fourney, C.F.; Rij, R.E.; Ross, S.R., (1989), Measurement of broccoli respiration rate in film-wrapped packages, *Hortiscience*, v.24, n.1, p.111-113.

- Francis, G.A., e O'Beirne, D. (2002), Effects of vegetable type and antimicrobial dipping on survival and growth of *Listeria innocua* and *E. coli*.
- Garret, E.H., (2002), Fresh-cut Produce: Tracks and Trends (Chapter 1), In: Fresh-cut Fruits and Vegetables – Science, Technology, and Market, Lamikanra, CRC Press LLC.
- Geraldine, R. M., (2000), Parâmetros tecnológicos para o processamento mínimo de alho (*Allium sativum* L.), 84 f. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Gerber, M., (1994), "Olive oil and cancer" In Epidemiology of diet and cancer. Hill MJ, Giacosa A, Caygill C.P.G. (ed.). Chichester, UK: Ellis Horwood., pp.263-275.
- Gilbert, R.J., Louvois, J., Donovan, T., Little, C., Nye, K., Ribeiro, C.D., Richards, J., Roberts, D., Bolton, F.J., (2000), Guidelines for the microbiological quality of some ready-to-eat foods sampled at the point of sale, PHLS Advisory Committee for Food and Dairy Products, Volume 3, Nº3, September 2000.
- Gonzalez, L.M.; Chavez, L.; Ramirez, R.; Camejo, Y., (2002), Rendimiento agrícola y calidad interna de los frutos en plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) procedentes de semillas irradiadas con rayos X = Agricultural yield and internal quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Alimentaria*, n.339, pp 113-116,
- Guerzoni, M.E.; Gianotti, A.; Corbo, M.R.; Sinigaglia, M., (1996), Shelf-life modeling for fresh-cut vegetables. *Post harvest Biology and Technology*, v. 9, p. 195-297.
- Harborne, J.B., Williams, C.A., (2001), Anthocyanins and other flavonoids. *Natural Product Reports*, 18: 310-333.
- Heimdal, H.; Kuhn, B.F.; Poll, L., e Larsen, L.M., (1995), Biochemical changes and sensory quality of shredded and MA-packaged iceberg lettuce, *Journal of Food Science*. v.60, n.6, p.1265-1268.
- Herner, R.C., (1987), High CO₂ effects of plant organs, In: WEICHMANN, J. *Postharvest physiology of vegetables*, New York, Marcel Dekker., p. 239-254.
- Hintlian, C.B.; Hotchkiss, J.H., (1986) The safety of modified atmosphere packaging: a review. *Food Technology*, v. 40, n. 12, p. 7076.

- Howard, L.A. et al., (1999), β -carotene and ascorbic acid retention in fresh and processed vegetables. *J. Food Sci.*, v.64, n.5, p.929-936.
- i-legumes, (2010), <http://www.i-legumes.com/>, Informação sobre Legumes, Disponível em: Dezembro de 2010.
- INE – Instituto Nacional de Estatística, (2002), Estatísticas da Horticultura 1995-2001, Agricultura, Produção Animal, Silvicultura e Pesca, Portugal.
- ISO 4833:2003 - Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of microorganisms, Colony-count technique at 30 degrees °C
- ISO 6887-1:1999 - Microbiology of food and animal feeding stuffs - Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination, Part 1: General rules for the preparation of the initial suspension and decimal dilutions
- Jacxsens, L.; Devlieghere, F.; Debevere, J., (2002), Predictive modeling for packaging design: equilibrium modified atmosphere packages of fresh-cut vegetables subjected to a simulated distribution chain. *International Journal of Food Microbiology*, v. 73, p. 331-341, 2002.
- Kabir, H., (1994), Fresh-cut vegetables, In: A.L. Brods and V.A. Herndon, Editors, *Modified atmosphere food packaging*, Institute of Packaging Professionals, pp. 155–160.
- Kader, A. A.; Zagory, D.; Kerbel, E. L., (1989). Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Boca Raton, v.28, p.1-30.
- Kader, A.A., (1986), Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technology*, v. 40, n. 5, p. 99104.
- Kader, A.A., (2007), *Biología y Tecnología Postcosecha: un Panorama* (capítulo 4), In: *Tecnología Postcosecha de Cultivos Hortofrutícolas*, Tercera edición, Postharvest Technology Research & Information Center – University of California

- Kays, S. J., (1991), *Postharvest physiological of perishable plant products*, New York: Van Nostrand Reinhold.
- Ke, D., Saltveit, M.E., (1989), wound-induced ethylene production, phenolic metabolism and susceptibility to russet spotting in iceberg lettuce, *Physiologia Plantarum*, 76, 412-418.
- Keys, A., Aravanis, C., Van Buchem, H., Blackburn, H., Buzina, R., Djorsjevic, S., (1981), The diet and all-causes death rate in Seven Countries Study. *The Lancet*, 2: 58-61.
- Klein, B.P., (1987), Nutritional consequences of minimal processing of fruits and vegetables, *Journal of Food Quality*, Wastport, v.10, p.179-93.
- Krinsky, N.I., (1994), The biological properties of carotenoids. *Pure and Applied Chemistry*, v. 66, p. 1003-1010.
- Lamikanra, O., (2002), *Fresh-Cut Fruits And Vegetables: Science, Technology, And Market* by Olusola Lamikanra (Editor). Publisher: Crc Press.
- Lana, M.M.; VIEIRA, J.V., (2000), *Fisiologia e manuseio pós-colheita de cenoura*. Brasília, Embrapa Hortaliças, 16 p., Circular Técnica 21, Embrapa Hortaliças.
- Larson, A.E., Johnson, E.A., Barmore, C.R., Hughes, M.D., (1997), Evaluation of the botulism hazard from vegetables in modified atmosphere packaging, *Journal of Food Protection*, Ames, v.60, n.10, p.1.208-14.
- Laurila, E., Ahvenainen, R., (2002), Minimal processing in practice – Fresh Fruits and Vegetables (chapter 9), In: *Fruit and Vegetable Processing – Improving quality*, VTT Biotechnology, Espoo, Woodhead Publishing Ltd and CRC Press, LLC.
- Leja M., Mareczek A., Starzyfiska A., Roiek S. 2001. Antioxidant ability of broccoli flower buds during short-term storage. *Food Chem.*, 72: 219-222.
- Leja, M., Mareczek, A., Starzynska, A., Rozek, S., (2001), Antioxidant ability of broccoli flower buds during short-term storage. *Food Chemistry*, v. 72, n. 2, p. 219-222.

- Lipworth, L., Martinez, M.E., Angell, J., Hsien, C.C., Trichopoulos, D., (1997), Olive Oil and Human Cancer, an Assessment of Evidence. *Preventive Medicine*, 26: 181-190.
- Llanos, K.R.A., Sgroppo, S.C., Chaves, A.R., (2009) Quality and antioxidant properties of whole and fresh cut Cherry peppers during storage at 10°C, *Facena*, Vol. 25, pp. 21-32, 2009.
- Lock, K., Pomerleau, J., (2005), Fruit and vegetable policy in the European Union: its effect on the burden of cardiovascular disease, European Heart Network, Belgium.
- Lopez-Galvez, G., Saltveit, M.E., e Cantwell, M.I., (1996), The visual quality of minimally processed lettuce stored in air or controlled atmospheres with enfasis on romaine and iceberg types, *Postharvest Biology and Technology*, 8, 179-190.
- Luengo, R. F. A., Lana, M. M., (1997), Processamento mínimo de hortaliças. Brasília, Embrapa, (Comunicado Técnico).
- MADRP – Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas, (2007), Horticultura, GPP – Gabinete de Planeamento e Politicas.
- Martins, L.P., Martins, A.C.A., Andrade, L.F., (2008), Avaliação de Cultivares de Repolho Minimamente Processados, III Jornada Nacional da Agroindústria, ISSN 1980-1122.
- Masters, J.F., Hicks, J.R., (1990), Cabbage, In: P.D. Lidster, *Controlled-atmosphere disorders of commercial fruits and vegetables*. Agric. Canada Publ. 1847/E., Ottawa, pp. 29-30.
- McGarry, A., (1995), Cellular basis of tissue toughness in carrot (*Daucus carota* L.) storage roots. *Annals of Botany*, v. 75, n. 2, p. 157-163.
- Moretti, C.L., (1999), Processamento mínimo de hortaliças: alternativa viável para a redução de perdas pós-colheita e agregação de valor ao agronegócio brasileiro. *Horticultura Brasileira*, v.17, n.2, p.1.
- Nacif, M.A.L., (1998), Dieta Mediterrânea e Saúde. *Cadernos de Nutrição*, 15: 11-24.

- Nantes, J.F., Leonelli, F.C.V. (2000), A Estruturação da Cadeia Produtiva de Vegetais Minimamente Processados, Rev. FAE, Curitiba, v.3, n.3, p.61-69, set./dez. 2000
- Nicoli, M.C., Anese, M., Parpinel, M., (1999), Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables, Trends in Food Science & Technology, 10: 94-100.
- NSW Food Authority, (2009), Microbiological quality guide for ready-to-eat foods, A guide to interpreting microbiological results, www.foodauthority.nsw.gov.au
- O'Beirne, D., (1995), Influence of Raw Material and Processing on Quality of Minimally Processed Vegetables, Progress Highlight C/95 of EU Contract AIR1-CT92-0125 Improvement of the safety and quality of refrigerated ready-to-eat foods using novel mild preservation techniques, Commission of the European Communities, Brussels, Belgium.
- Odrizola-Serrano, I., Soliva-Fortuny, R., Martin-Belloso, O., (2008), Effect of minimal processing on bioactive compounds and color attributes of fresh-cut tomatoes, Lebensmittel–Wissenschaft Und Technologie, London, v. 41, p. 217-226.
- Ou, B., Huang, D., Hampsch-Woodill, M., Flanagan, J. A., Deemer, E. K., (2002), Analysis of antioxidant activities of common vegetables employing oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays: a comparative study. J. Agric. Food Chem. 50,3122-3128
- Pazinato, B. C., (1999), Vegetais minimamente processados, Campinas, Secretaria da Agricultura e Abastecimento, (Relatório Técnico).
- Peleg, K., (1985), Produce Handling, Packaging and Distribution, AVI Publishing Co. Inc., Westport, CT, 33, 557-588.
- Pelição, T. Z., Neves, M. F., Martinelli, D. P., (1999), Gestão de compra de produtos hortícolas por varejistas: análise de estratégias empresariais. Gestão & Produção, São Carlos, v. 6, n. 3, p. 233-242.
- Pérez-Jiménez, J., Saura-Calixto, F., (2006), Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays. Food Research International, v.39, p.791-800.

- Peryam, D.R., e Pilgrim, F.J., (1957), Hedonic scale method of measuring food preferences, *Food Technology* (September 1957), 9-14.
- Pilon, L., (2003), Estabelecimento da vida útil de hortaliças minimamente processadas bob atmosfera modificada e refrigeração, Dissertação (Mestrado em Ciências), Escola Superior da Agricultura "Luíz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- Porte, A., Maia, L. H., (2001), Alterações fisiológicas, bioquímicas e microbiológicas de alimentos minimamente processados. *B. CEPPA, Curitiba*, v. 19, n.1.
- Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., Paganga, G., (1996), Structure antioxidant activity relationship of flavonoids and phenolic acid. *Free Radic. Biol.Med.*, v. 20, n. 7, p. 933-956.
- Rico, D., Martín-Diana, A.B., Barat, J.M., Barry-Ryan, C., (2007), Extending and measuring the quality of fres-cut fruit and vegetables: a review, *trends in Food Science & Technology*, 18, 373-386
- Rinaldi, M.M., Benedetti, B.C., Moretti, C.L., (2008), Atividade respiratória, produção de etileno e vida útil de repolho (*Brassica oleracea*, var. capitata) minimamente processado em atmosfera controlada, *Eng. Agríc., Jaboticabal*, v.28, n.3, p.579-589, jul./set.
- Robards, K., Prenzler, P. D., Tucker, G.; Swatsitang, P.; Glover, W., (1999), Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits, *Food Chem.*, v. 66, n. 4, p. 401-436.
- Rocha, A.M.C.N., Coulon, E.C., Morais, A.M.M.B., (2003), Effects of vacuum packaging on the physical quality of minimally processed potatoes. *Food Service Technology*, v.3, p.81-88.
- Ryall, A. L. and Lipton, W. J., (1972), *Handling, Transportation and Storage of Fruits and Vegetables*, Vol. 1, AVI Publishing Company, Westport, CT.
- Santelli, P., (2006), Fisiologia pós-colheita de frutos das palmeiras *Syagrus oleracea* (Mart) Becc. e *Mauritia vinifera* Mart. 86 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Botânica, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

- Sarantópoulos, C. I. G. L., Oliveira, L. M., Teles, C.S, Coppelmans, S.A., (2003), Efeitos da Embalagem e da Temperatura de Estocagem na Qualidade de Couve Minimamente Processada, *Brazilian Journal of Food Technology.*, v.6, n.2, p. 185-190, jul./dez.
- Sarantópoulos, C. I. G. L., Oliveira, L. M.; Canavesi, E., (2001), Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis. Campinas: CETEA: ITAL.
- Schlime, D.V.; Rooney, M.L., (1994), Packing of minimally processed fruit and vegetables. In: WHILEY, R.C. *Minimally processed refrigerated fruits and vegetables*. London, Chapman and Hall, 357p.
- Schroeder, F.H., van Weerden, W., (2003) Vitamins and micronutrients as preventive agents for prostate cancer. *Ernährung & Medizin* 2003; 18:98-104.
- Shewfelt, R.L., (1986), Post-harvest treatment for extending the shelf life of fruits and vegetables, *Food Technology*, v.40, p.70-89.
- Shouten, S.P., Prange, R.K., Lammers, T.R., (1997), Quality aspects of apples and cabbages during anoxia. *Proc. 7th Intl. Controlled Atmosphere Conf.*, Davis CA, 2:189-192.
- Simons, L.K.; Sanguansri, P., (1997) Advances in washing of minimally processed vegetables. *Food Australia*, v.49, n.2, p.75-80, 19.
- Sivertsvik, M., Rosnes, J.T., e Bergslien, H., (2002), Modified atmosphere packaging. In T. Ohlsson e N. Bengtsson (Eds.), *Minimal Processing technologies*, In *The food industry*. Cambridge, UK: WOODHEAD Publishing.
- Sjostrom, M., Poortvliet, E., Nelson, M., (2005), Monitoring Public Health Nutrition in Europe: nutritional indicators and determinants of health status, *Journal of Public Health*, 13: 74-83.
- Soares, N.F.F, (2010), Efeito da embalagem na conservação de produtos minimamente processados, Departamento de Tecnologia de Alimentos; Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/novidade/eventos/semipos/texto10.pdf>, a 26 de Setembro de 2010.

- Soliva-Fortuny, R.C., e Martin-Belloso, O., (2003), New Advances in Extending the Shelf-life of Fresh-cut Fruits: a review. *Trends Food Sci. Technol.*, 14: 341–53
- Spagnol, W.A., Park, K.J., Sigrist, J.M.M., (2006), Taxa de respiração de cenouras minimamente processadas e armazenadas em diferentes temperaturas, *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 26(3): 550-554, jul.-set.
- Steinmetz, K.A., and Potter, J.D., (1996), Vegetables, fruit, and cancer prevention: a review, *Journal of the American Dietetic Association*, 96(10), 1027-1039. Elsevier.
- Suojala, T., (1999), Effect of harvest time on the storage performance of carrot. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, v. 74, n. 4, p. 484-492.
- Tabil, L.G., Jr., Sokhansanj, S., (2001), Mechanical and Temperature Effects on Shelf Life Stability of Fruits and Vegetables (Chapter 2), In: *Food Shelf Life Stability – Chemical, Biochemical, and Microbiological Changes*, CRC Press LLC.
- Teles, C. S., (2000), Utilização de atmosfera modificada para conservação de couve (*Brassica oleraceae* var. *acephala*) minimamente processada. 2000. 115 f. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Teles, C.S., (2001), Avaliação física, química e sensorial de couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*) minimamente processada, armazenada sob atmosfera modificada. Tese (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, 108p.
- Trichopoulou A, Costacou T, Bamia C, Trichopoulos D. (2003) Adherence to a Mediterranean diet and survival in a Greek population. *New England Journal of Medicine* 348:2599-2608
- Trichopoulou, A., Vasilopoulou, E., (2000), Mediterranean diet and longevity, *British Journal of Nutrition*, 84(supl. 2): 205S-209S.
- Varoquaux, P., Wiley, R.C., (1997), Câmbios biológicos y bioquímicos en frutas y hortalizas refrigeradas minimamente procesadas. In: WILEY, R.C. *Frutas y hortalizas minimamente procesadas y refrigeradas*. Zaragoza: Acribia., p. 221-262.
- Watada, A.L.; Qi, L., (1999), Quality of fresh-cut produce, In: *Post harvest Biology and Technology*, v. 15, p. 201-205.

- Wiley, R.C., (1994) Minimally processed refrigerated fruits and vegetables. New York: Chapman & Hall, 368 p.
- Wiley, R.C., (1997), Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. España: Acribia, 290p.
- Willett, W.C., Sacks F., Trichopoulou, A., Drescher, G., Ferro-Luzzi, A., Helsing, E., Trichopoulos, D., (1995) Mediterranean diet pyramid: a cultural model for healthy eating, *Am J Clin Nutr.* 1995 Jun;61(6 Suppl):1402S-1406S
- Wills, R. B. H., McGlasson, W. B., Graham, D., Lee, T. H. and Hall, E. G., (1989), *Postharvest. An Introduction to Physiology and Handling of Fruits or Vegetables*, Van Nostrand Reinhold, New York, 2-6, 132-143.
- Wu, X., Beecher, G.R., Holden, J.M., Haytowitz, D.B., Gebhardt, S.E., Prior, R.L., (2004), Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, Jun 16;52(12):4026-37.

7. Apêndices

– Apêndices –

Apêndice 1

Folhas de Prova – Segundo Estudo

Folha de Prova de Couve
– Segundo estudo –

Provedores e Consumidores

Nome: _____ Idade: _____
 Data: __/__/____

Sr.(a) Provador, tem à sua frente 3 amostras de couve. Por favor, primeiro aprecie o aspecto geral, depois o cheiro e finalmente o sabor. Avalie os atributos descritos na lista. Obrigado.

Código da Amostra _____

| | | | |
|-------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Aspecto Geral | Esperado | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Muito alterado |
| Cor | Esperada | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Muito alterada |
| Cheiro típico | Pouco intenso | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Muito intenso |
| Sabor típico | Pouco intenso | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Muito intenso |
| Textura durante a mastigação | Desfaz-se | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Tipo borracha |

Código da Amostra _____

| | | | |
|-------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Aspecto Geral | Esperado | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Muito alterado |
| Cor | Esperada | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Muito alterada |
| Cheiro típico | Pouco intenso | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Muito intenso |
| Sabor típico | Pouco intenso | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Muito intenso |
| Textura durante a mastigação | Desfaz-se | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Tipo borracha |

Código da Amostra _____

| | | | |
|-------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Aspecto Geral | Esperado | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Muito alterado |
| Cor | Esperada | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Muito alterada |
| Cheiro típico | Pouco intenso | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Muito intenso |
| Sabor típico | Pouco intenso | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Muito intenso |
| Textura durante a mastigação | Desfaz-se | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Tipo borracha |

Folha de Prova de Cenoura
– Segundo estudo –

Provedores e Consumidores

Nome: _____ Idade: _____
 Data: __/__/____

Sr.(a) Proveedor, tem à sua frente 3 amostras de cenoura. Por favor, primeiro aprecie o aspecto geral, depois o cheiro e finalmente o sabor. Avalie os atributos descritos na lista. Obrigado.

Código da Amostra _____

| | | | |
|----------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Aspecto Geral | Esperado | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Muito alterado |
| Cor | Esperada | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Muito alterada |
| Cheiro típico | Pouco intenso | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Muito intenso |
| Sabor típico | Pouco intenso | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Muito intenso |
| Dureza à primeira dentada | Mole | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Duro |

Código da Amostra _____

| | | | |
|----------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Aspecto Geral | Esperado | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Muito alterado |
| Cor | Esperada | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Muito alterada |
| Cheiro típico | Pouco intenso | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Muito intenso |
| Sabor típico | Pouco intenso | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Muito intenso |
| Dureza à primeira dentada | Mole | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Duro |

Código da Amostra _____

| | | | |
|----------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Aspecto Geral | Esperado | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Muito alterado |
| Cor | Esperada | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Muito alterada |
| Cheiro típico | Pouco intenso | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Muito intenso |
| Sabor típico | Pouco intenso | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Muito intenso |
| Dureza à primeira dentada | Mole | <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> | Duro |

Apêndice 2

Folhas de Prova – Estudo Final

Folha de Prova para Treino do Painel de Provedores

Nome: _____ Data: __/__/__

Para as diferentes amostras, classifique os parâmetros mencionados na escala.

Código da amostra _____

| Parâmetro | Classificação |
|------------------|-----------------------------|
| Cor | Muito alterada _____ Típica |
| Brilho | Ausente _____ Extremo |
| Defeitos | Extremos _____ Ausentes |
| Aroma típico | Ausente _____ Intenso |
| Cheiro estranho | Ausente _____ Intenso |
| Sabor típico | Ausente _____ Intenso |
| Sabor estranho | Ausente _____ Intenso |
| Textura | Mole _____ Típica |

Folha de Prova de Cenoura para provadores
– Estudo Final –

Nome: _____ Data: __/__/__

Para as diferentes amostras de cenoura crua, classifique os parâmetros mencionados na escala.

Código da amostra 591(Amostra fresca)

| Parâmetro | Classificação |
|-----------------|-----------------------------|
| Cor | Muito alterada _____ Típica |
| Brilho | Ausente _____ Extremo |
| Defeitos | Extremos _____ Ausentes |
| Aroma típico | Ausente _____ Intenso |
| Cheiro estranho | Ausente _____ Intenso |
| Sabor típico | Ausente _____ Intenso |
| Sabor estranho | Ausente _____ Intenso |
| Textura | Mole _____ Típica |

Código da amostra _____

| Parâmetro | Classificação |
|-----------------|-----------------------------|
| Cor | Muito alterada _____ Típica |
| Brilho | Ausente _____ Extremo |
| Defeitos | Extremos _____ Ausentes |
| Aroma típico | Ausente _____ Intenso |
| Cheiro estranho | Ausente _____ Intenso |
| Sabor típico | Ausente _____ Intenso |
| Sabor estranho | Ausente _____ Intenso |
| Textura | Mole _____ Típica |

Nome: _____ Data: __/__/__

Para as diferentes amostras de cenoura crua, classifique os parâmetros mencionados na escala.

Código da amostra _____

| Parâmetro | Classificação |
|-----------------|-----------------------------|
| Cor | Muito alterada _____ Típica |
| Brilho | Ausente _____ Extremo |
| Defeitos | Extremos _____ Ausentes |
| Aroma típico | Ausente _____ Intenso |
| Cheiro estranho | Ausente _____ Intenso |
| Sabor típico | Ausente _____ Intenso |
| Sabor estranho | Ausente _____ Intenso |
| Textura | Mole _____ Típica |

Código da amostra _____

| Parâmetro | Classificação |
|-----------------|-----------------------------|
| Cor | Muito alterada _____ Típica |
| Brilho | Ausente _____ Extremo |
| Defeitos | Extremos _____ Ausentes |
| Aroma típico | Ausente _____ Intenso |
| Cheiro estranho | Ausente _____ Intenso |
| Sabor típico | Ausente _____ Intenso |
| Sabor estranho | Ausente _____ Intenso |
| Textura | Mole _____ Típica |

Nome: _____ Data: __/__/__

Para as diferentes amostras de cenoura crua, classifique os parâmetros mencionados na escala.

Código da amostra _____

| Parâmetro | Classificação |
|-----------------|-----------------------------|
| Cor | Muito alterada _____ Típica |
| Brilho | Ausente _____ Extremo |
| Defeitos | Extremos _____ Ausentes |
| Aroma típico | Ausente _____ Intenso |
| Cheiro estranho | Ausente _____ Intenso |
| Sabor típico | Ausente _____ Intenso |
| Sabor estranho | Ausente _____ Intenso |
| Textura | Mole _____ Típica |

Código da amostra _____

| Parâmetro | Classificação |
|-----------------|-----------------------------|
| Cor | Muito alterada _____ Típica |
| Brilho | Ausente _____ Extremo |
| Defeitos | Extremos _____ Ausentes |
| Aroma típico | Ausente _____ Intenso |
| Cheiro estranho | Ausente _____ Intenso |
| Sabor típico | Ausente _____ Intenso |
| Sabor estranho | Ausente _____ Intenso |
| Textura | Mole _____ Típica |

Nome: _____ Data: __/__/__

Para as diferentes amostras de cenoura crua, classifique os parâmetros mencionados na escala.

Código da amostra _____

| Parâmetro | Classificação |
|------------------|--------------------------------------|
| Cor | _____ Muito alterada _____ Típica |
| Brilho | _____ Ausente _____ Extremo |
| Defeitos | _____ Extremos _____ Ausentes |
| Aroma típico | _____ Ausente _____ Intenso |
| Cheiro estranho | _____ Ausente _____ Intenso |
| Sabor típico | _____ Ausente _____ Intenso |
| Sabor estranho | _____ Ausente _____ Intenso |
| Textura | _____ Mole _____ Típica |

Folha de Prova de Couve para provadores
– Estudo Final –

Nome: _____ Data: __/__/__

Para as diferentes amostras de couve crua, classifique os parâmetros mencionados na escala.

Código da amostra 685 (Amostra fresca)

| Parâmetro | Classificação |
|-----------------|-----------------------------|
| Cor | Muito alterada _____ Típica |
| Brilho | Ausente _____ Extremo |
| Defeitos | Extremos _____ Ausentes |
| Aroma típico | Ausente _____ Intenso |
| Cheiro estranho | Ausente _____ Intenso |
| Sabor típico | Ausente _____ Intenso |
| Sabor estranho | Ausente _____ Intenso |
| Textura | Mole _____ Típica |

Código da amostra _____

| Parâmetro | Classificação |
|-----------------|-----------------------------|
| Cor | Muito alterada _____ Típica |
| Brilho | Ausente _____ Extremo |
| Defeitos | Extremos _____ Ausentes |
| Aroma típico | Ausente _____ Intenso |
| Cheiro estranho | Ausente _____ Intenso |
| Sabor típico | Ausente _____ Intenso |
| Sabor estranho | Ausente _____ Intenso |
| Textura | Mole _____ Típica |

Nome: _____ Data: __/__/__

Para as diferentes amostras de couve crua, classifique os parâmetros mencionados na escala.

Código da amostra _____

| Parâmetro | Classificação |
|-----------------|-----------------------------|
| Cor | Muito alterada _____ Típica |
| Brilho | Ausente _____ Extremo |
| Defeitos | Extremos _____ Ausentes |
| Aroma típico | Ausente _____ Intenso |
| Cheiro estranho | Ausente _____ Intenso |
| Sabor típico | Ausente _____ Intenso |
| Sabor estranho | Ausente _____ Intenso |
| Textura | Mole _____ Típica |

Código da amostra _____

| Parâmetro | Classificação |
|-----------------|-----------------------------|
| Cor | Muito alterada _____ Típica |
| Brilho | Ausente _____ Extremo |
| Defeitos | Extremos _____ Ausentes |
| Aroma típico | Ausente _____ Intenso |
| Cheiro estranho | Ausente _____ Intenso |
| Sabor típico | Ausente _____ Intenso |
| Sabor estranho | Ausente _____ Intenso |
| Textura | Mole _____ Típica |

Nome: _____ Data: __/__/__

Para as diferentes amostras de couve crua, classifique os parâmetros mencionados na escala.

Código da amostra _____

| Parâmetro | Classificação |
|-----------------|-----------------------------|
| Cor | Muito alterada _____ Típica |
| Brilho | Ausente _____ Extremo |
| Defeitos | Extremos _____ Ausentes |
| Aroma típico | Ausente _____ Intenso |
| Cheiro estranho | Ausente _____ Intenso |
| Sabor típico | Ausente _____ Intenso |
| Sabor estranho | Ausente _____ Intenso |
| Textura | Mole _____ Típica |

Código da amostra _____

| Parâmetro | Classificação |
|-----------------|-----------------------------|
| Cor | Muito alterada _____ Típica |
| Brilho | Ausente _____ Extremo |
| Defeitos | Extremos _____ Ausentes |
| Aroma típico | Ausente _____ Intenso |
| Cheiro estranho | Ausente _____ Intenso |
| Sabor típico | Ausente _____ Intenso |
| Sabor estranho | Ausente _____ Intenso |
| Textura | Mole _____ Típica |

Nome: _____ Data: __/__/__

Para as diferentes amostras de couve crua, classifique os parâmetros mencionados na escala.

Código da amostra _____

| Parâmetro | Classificação |
|------------------|-----------------------------|
| Cor | Muito alterada _____ Típica |
| Brilho | Ausente _____ Extremo |
| Defeitos | Extremos _____ Ausentes |
| Aroma típico | Ausente _____ Intenso |
| Cheiro estranho | Ausente _____ Intenso |
| Sabor típico | Ausente _____ Intenso |
| Sabor estranho | Ausente _____ Intenso |
| Textura | Mole _____ Típica |

Folha de Prova - Teste de aceitabilidade
– Estudo Final –

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|---------------------------|
| Nome: _____ Data: _____ Idade: _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Por favor prove as amostras que lhe são apresentadas. Assinale com um X o grau em que aprecia. Entre cada amostra, por favor, lave a boca com água. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Amostra: _____ | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>Extremamente agradável</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>Muito agradável</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>Moderadamente agradável</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>Ligeiramente agradável</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>Nem agradável nem desagradável</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>Ligeiramente desagradável</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>Moderadamente desagradável</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>Muito desagradável</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>Extremamente desagradável</td></tr> </table> | <input type="checkbox"/> | Extremamente agradável | <input type="checkbox"/> | Muito agradável | <input type="checkbox"/> | Moderadamente agradável | <input type="checkbox"/> | Ligeiramente agradável | <input type="checkbox"/> | Nem agradável nem desagradável | <input type="checkbox"/> | Ligeiramente desagradável | <input type="checkbox"/> | Moderadamente desagradável | <input type="checkbox"/> | Muito desagradável | <input type="checkbox"/> | Extremamente desagradável |
| <input type="checkbox"/> | Extremamente agradável | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | Muito agradável | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | Moderadamente agradável | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | Ligeiramente agradável | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | Nem agradável nem desagradável | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | Ligeiramente desagradável | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | Moderadamente desagradável | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | Muito desagradável | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | Extremamente desagradável | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|---------------------------|
| Nome: _____ Data: _____ Idade: _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Por favor prove as amostras que lhe são apresentadas. Assinale com um X o grau em que aprecia. Entre cada amostra, por favor, lave a boca com água. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Amostra: _____ | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>Extremamente agradável</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>Muito agradável</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>Moderadamente agradável</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>Ligeiramente agradável</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>Nem agradável nem desagradável</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>Ligeiramente desagradável</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>Moderadamente desagradável</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>Muito desagradável</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>Extremamente desagradável</td></tr> </table> | <input type="checkbox"/> | Extremamente agradável | <input type="checkbox"/> | Muito agradável | <input type="checkbox"/> | Moderadamente agradável | <input type="checkbox"/> | Ligeiramente agradável | <input type="checkbox"/> | Nem agradável nem desagradável | <input type="checkbox"/> | Ligeiramente desagradável | <input type="checkbox"/> | Moderadamente desagradável | <input type="checkbox"/> | Muito desagradável | <input type="checkbox"/> | Extremamente desagradável |
| <input type="checkbox"/> | Extremamente agradável | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | Muito agradável | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | Moderadamente agradável | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | Ligeiramente agradável | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | Nem agradável nem desagradável | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | Ligeiramente desagradável | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | Moderadamente desagradável | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | Muito desagradável | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | Extremamente desagradável | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Apêndice 3

Dados experimentais - Segundo estudo

Apêndice 3 – Dados experimentais – Segundo estudo

Tabela_A: Dados experimentais - couve repolho (dia 0).

| Couve repolho – Segundo estudo | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------------|---------------------|----------------------|---------------------|-------------------|----------------------|-------------------|---------------------|----------------------|
| Dia 0 | | | | | | | | | |
| | 15%O ₂ | | 40% CO ₂ | | 10%O ₂ | | | 45% CO ₂ | |
| | 15%O ₂ | 40% CO ₂ | 10%O ₂ | 45% CO ₂ | 15%O ₂ | 45% CO ₂ | 15%O ₂ | 45% CO ₂ | 15%O ₂ |
| pH t=23,1°C | 5,84 | 5,91 | 5,87 | 5,84 | 5,91 | 5,87 | 5,84 | 5,91 | 5,87 |
| | Média 5,87 | | | 5,87 | | | 5,87 | | |
| Cor | L | a | b | L | a | b | L | a | b |
| | 69,33 | -9,52 | +27,28 | 69,33 | -9,52 | +27,28 | 69,33 | -9,52 | +27,28 |
| | 66,47 | -9,81 | +27,43 | 66,47 | -9,81 | +27,43 | 66,47 | -9,81 | +27,43 |
| | 67,95 | -10,34 | +27,84 | 67,95 | -10,34 | +27,84 | 67,95 | -10,34 | +27,84 |
| Média | 67,92 | -9,89 | 27,52 | 67,92 | -9,89 | 27,52 | 67,92 | -9,89 | 27,52 |
| Micro | 10-1 | 10-2 | 10-3 | 10-1 | 10-2 | 10-3 | 10-1 | 10-2 | 10-3 |
| | 16 | <15 | <15 | 16 | <15 | <15 | 16 | <15 | <15 |
| | 21 | <15 | <15 | 21 | <15 | <15 | 21 | <15 | <15 |
| | UFC's | 1,85E+02 | | 1,85E+02 | | | 1,85E+02 | | |
| Analizador Gases | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) |
| | 15,700 | 40,940 | 43,360 | 10,800 | 45,600 | 43,240 | 15,050 | 45,800 | 39,075 |
| | 15,650 | 40,820 | 43,530 | 10,740 | 45,410 | 43,600 | 15,100 | 45,800 | 39,125 |
| | 15,750 | 41,010 | 43,24 | 10,860 | 45,790 | 43,960 | 15,150 | 45,800 | 39,100 |
| Média gás | 15,700 | 40,940 | 43,360 | 10,800 | 45,600 | 43,600 | 15,100 | 45,800 | 39,100 |

Apêndice 3 – Dados experimentais – Segundo estudo

Tabela_B: Dados experimentais - couve repolho (dia 6).

| Couve repolho – Segundo estudo | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|----------------|-----------------|---------------------------------------|----------------|-----------------|----------------------|
| Dia 6 | | | | | | | | | |
| | 15%O ₂ 40% CO ₂ | | 10%O ₂ 45% CO ₂ | | | 15%O ₂ 45% CO ₂ | | | |
| pH t=23°C Média | 6,28 | 6,25 | 6,26 | 6,26 | 6,25 | 6,29 | 6,3 | 6,36 | 6,34 |
| | 6,26 | | | 6,27 | | | 6,33 | | |
| Cor | L | a | b | L | a | b | L | a | b |
| | 67,34 | -9,10 | 26,08 | 71,14 | -8,02 | 28,07 | 68,09 | -6,68 | 23,50 |
| | 63,62 | -9,50 | 26,09 | 70,7 | -6,48 | 23,76 | 62,9 | -6,86 | 21,64 |
| | 64,81 | -8,97 | 29,72 | 65,89 | -7,61 | 25,49 | 64,39 | -8,38 | 27,46 |
| Média | 65,26 | -9,19 | 27,30 | 69,24 | -7,37 | 25,77 | 65,13 | -7,31 | 24,20 |
| Micro UFC's | 10-1 | 10-2 | 10-3 | 10-1 | 10-2 | 10-3 | 10-1 | 10-2 | 10-3 |
| | >300 | >300 | 88 | >300 | >300 | 147 | >300 | >300 | 97 |
| | >300 | >300 | 103 | >300 | >300 | 111 | >300 | >300 | 141 |
| | | | 9,55E+04 | | | 1,29E+05 | | | 1,19E+05 |
| Analísador Gases | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) |
| | 4,900 | 53,700 | 41,400 | 0,401 | 56,100 | 43,499 | 5,300 | 51,200 | 43,500 |
| | 4,740 | 54,400 | 40,860 | 0,561 | 56,400 | 43,039 | 5,800 | 50,300 | 43,900 |
| | 4,800 | 54,600 | 40,600 | 0,472 | 56,500 | 43,028 | 5,690 | 49,900 | 44,410 |
| Média gás | 4,813 | 54,233 | 40,953 | 0,478 | 56,333 | 43,189 | 5,597 | 50,467 | 43,937 |

Apêndice 3 – Dados experimentais – Segundo estudo

Tabela_C: Dados experimentais - couve repolho (dia 8).

| Couve repolho – Segundo estudo | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---------------------------------------|-----------------|----------------------|---------------------------------------|-----------------|----------------------|---------------------------------------|-----------------|----------------------|
| Dia 8 | | | | | | | | | |
| | 15%O ₂ 40% CO ₂ | | | 10%O ₂ 45% CO ₂ | | | 15%O ₂ 45% CO ₂ | | |
| pH t=22,2°C | 6,81 | 6,82 | 6,8 | 6,77 | 6,75 | 6,78 | 6,97 | 6,94 | 6,98 |
| | Média 6,81 | | | 6,77 | | | 6,96 | | |
| Cor | L | a | b | L | a | b | L | a | b |
| | 69,6 | -12,90 | 34,33 | 67,89 | -8,93 | 28,65 | 69,33 | -10,98 | 34,01 |
| | 61,05 | -11,59 | 32,76 | 68,76 | -9,21 | 31,12 | 66,82 | -9,37 | 30,36 |
| | 64,71 | -11,17 | 32,06 | 66,59 | -6,95 | 19,52 | 68,44 | -7,88 | 29,48 |
| | Média | 65,12 | -11,89 | 33,05 | 67,75 | -8,36 | 26,43 | 68,20 | -9,41 |
| Micro | 10-1 | 10-2 | 10-3 | 10-1 | 10-2 | 10-3 | 10-1 | 10-2 | 10-3 |
| | >300 | >300 | 176 | >300 | >300 | 252 | >300 | >300 | 230 |
| | >300 | >300 | 181 | >300 | >300 | 276 | >300 | >300 | 223 |
| | UFC's | | 1,79E+05 | | | 2,64E+05 | | | 2,27E+05 |
| Analizador Gases | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) |
| | 1,900 | 58,100 | 40,000 | 0,007 | 57,400 | 42,593 | 2,200 | 58,900 | 38,900 |
| | 1,950 | 58,300 | 39,750 | 0,012 | 57,600 | 42,388 | 2,300 | 59,100 | 38,600 |
| | 1,900 | 58,200 | 39,900 | 0,001 | 57,800 | 42,199 | 2,300 | 58,900 | 38,800 |
| Média gás | 1,917 | 58,200 | 39,883 | 0,007 | 57,600 | 42,393 | 2,267 | 58,967 | 38,767 |

Apêndice 3 – Dados experimentais – Segundo estudo

Tabela_D: Dados experimentais - couve repolho (dia 10).

| Couve repolho – Segundo estudo | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|----------------|-----------------|---------------------------------------|----------------|-----------------|----------------------|
| Dia 10 | | | | | | | | | |
| | 15%O ₂ 40% CO ₂ | | 10%O ₂ 45% CO ₂ | | | 15%O ₂ 45% CO ₂ | | | |
| pH t=22°C Média | 6,89 | 6,92 | 6,9 | 6,86 | 6,88 | 6,88 | 7,04 | 7,02 | 6,99 |
| | 6,90 | | | 6,87 | | | 7,02 | | |
| Cor Média | L | a | b | L | a | b | L | a | b |
| | 66,24 | -9,18 | 27,10 | 68,32 | -9,92 | 27,43 | 67,62 | -7,40 | 26,64 |
| | 67,92 | -10,02 | 26,69 | 69,83 | -7,45 | 27,63 | 67,33 | -8,91 | 27,20 |
| | 63,04 | -9,20 | 31,04 | 70,72 | -7,83 | 26,38 | 65,94 | -7,22 | 26,11 |
| | 65,73 | -9,47 | 28,28 | 69,62 | -8,4 | 27,15 | 66,96 | -7,84 | 26,65 |
| Micro UFC's | 10-3 | 10-4 | 10-5 | 10-3 | 10-4 | 10-5 | 10-3 | 10-4 | 10-5 |
| | >300 | 29 | <15 | >300 | 47 | <15 | >300 | 49 | <15 |
| | >300 | 36 | <15 | >300 | 41 | <15 | >300 | 28 | <15 |
| | | 3,25E+05 | | | 4,40E+05 | | | 3,85E+05 | |
| Analizador Gases Média gás | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) |
| | 0,004 | 60,900 | 39,096 | 0,000 | 59,100 | 40,900 | 0,054 | 62,600 | 37,346 |
| | 0,005 | 61,100 | 38,895 | 0,000 | 59,300 | 40,700 | 0,060 | 62,600 | 37,340 |
| | 0,010 | 60,500 | 39,490 | 0,000 | 59,200 | 40,800 | 0,072 | 62,700 | 37,228 |
| | 0,006 | 60,833 | 39,160 | 0,000 | 59,200 | 40,800 | 0,062 | 62,633 | 37,305 |

Apêndice 3 – Dados experimentais – Segundo estudo

Tabela_E: Dados experimentais - cenoura (dia 0).

| Cenoura – Segundo estudo | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|----------------|-----------------|---------------------------------------|----------------|-----------------|----------------------|
| Dia 0 | | | | | | | | | |
| | 10%O ₂ 40% CO ₂ | | 10%O ₂ 45% CO ₂ | | | 15%O ₂ 45% CO ₂ | | | |
| pH t=20,92°C Média | 5,71 | 5,72 | 5,71 | 5,71 | 5,72 | 5,71 | 5,71 | 5,72 | 5,71 |
| | 5,71 | | | 5,71 | | | 5,71 | | |
| Cor Média | L | a | b | L | a | b | L | a | b |
| | 59,01 | 33,06 | 55,86 | 59,01 | 33,06 | 55,86 | 59,01 | 33,06 | 55,86 |
| | 57,53 | 30,93 | 51,50 | 57,53 | 30,93 | 51,50 | 57,53 | 30,93 | 51,50 |
| | 60,32 | 31,11 | 53,12 | 60,32 | 31,11 | 53,12 | 60,32 | 31,11 | 53,12 |
| | 58,95 | 31,7 | 53,49 | 58,95 | 31,7 | 53,49 | 58,95 | 31,7 | 53,49 |
| Micro UFC's | 10-1 | 10-2 | 10-3 | 10-1 | 10-2 | 10-3 | 10-1 | 10-2 | 10-3 |
| | 65 | <15 | <15 | 65 | <15 | <15 | 65 | <15 | <15 |
| | 71 | <15 | <15 | 71 | <15 | <15 | 71 | <15 | <15 |
| | 6,80E+02 | | | 6,80E+02 | | | 6,80E+02 | | |
| Analísador Gases Média gás | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) |
| | 10,700 | 40,520 | 48,915 | 15,400 | 45,920 | 38,700 | 15,100 | 45,800 | 39,100 |
| | 10,850 | 40,510 | 48,805 | 15,390 | 45,910 | 38,705 | 15,250 | 45,805 | 39,125 |
| | 10,550 | 40,470 | 48,680 | 15,410 | 45,870 | 38,700 | 14,960 | 45,800 | 39,075 |
| | 10,700 | 40,500 | 48,800 | 15,400 | 45,900 | 38,700 | 15,100 | 45,800 | 39,100 |

Apêndice 3 – Dados experimentais – Segundo estudo

Tabela_F: Dados experimentais - cenoura (dia 6).

| Cenoura – Segundo estudo | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|----------------|-----------------|---------------------------------------|----------------|-----------------|----------------------|
| Dia 6 | | | | | | | | | |
| | 10%O ₂ 40% CO ₂ | | 10%O ₂ 45% CO ₂ | | | 15%O ₂ 45% CO ₂ | | | |
| pH t=22,5°C Média | 5,99 | 5,98 | 5,98 | 5,92 | 5,91 | 5,89 | 6,09 | 6,09 | 6,07 |
| | 5,98 | | | 5,91 | | | 6,08 | | |
| Cor Média | L | a | b | L | a | b | L | a | b |
| | 60,99 | 30,37 | 53,35 | 58,43 | 28,94 | 49,26 | 61,7 | 29,08 | 50,25 |
| | 59,98 | 29,10 | 49,55 | 59,12 | 28,82 | 48,81 | 62,94 | 31,71 | 53,29 |
| | 61,34 | 29,80 | 53,39 | 60,8 | 28,29 | 50,01 | 55,58 | 28,45 | 46,52 |
| | 60,77 | 29,76 | 52,10 | 59,45 | 28,68 | 49,36 | 60,07 | 29,75 | 50,02 |
| Micro UFC's | 10-1 | 10-2 | 10-3 | 10-1 | 10-2 | 10-3 | 10-1 | 10-2 | 10-3 |
| | >300 | >300 | 258 | >300 | >300 | 206 | >300 | >300 | 255 |
| | >300 | >300 | 262 | >300 | >300 | 197 | >300 | >300 | 271 |
| | | | 2,60E+05 | | | 2,02E+05 | | | 2,63E+05 |
| Analizador Gases Média gás | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) |
| | 5,180 | 42,000 | 52,820 | 3,750 | 49,100 | 47,150 | 6,990 | 51,800 | 41,210 |
| | 5,430 | 41,600 | 52,970 | 4,060 | 48,000 | 47,940 | 7,010 | 51,600 | 41,390 |
| | 6,030 | 40,300 | 53,670 | 4,460 | 46,800 | 48,740 | 7,020 | 51,700 | 41,280 |
| | 5,547 | 41,300 | 53,153 | 4,090 | 47,967 | 47,943 | 7,007 | 51,700 | 41,293 |

Apêndice 3 – Dados experimentais – Segundo estudo

Tabela_G: Dados experimentais - cenoura (dia 8).

| Cenoura – Segundo estudo | | | | | | | | | |
|--------------------------|---------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|----------------|-----------------|---------------------------------------|----------------|-----------------|----------------------|
| Dia 8 | | | | | | | | | |
| | 10%O ₂ 40% CO ₂ | | 10%O ₂ 45% CO ₂ | | | 15%O ₂ 45% CO ₂ | | | |
| pH t=23,2°C | 6,48 | 6,45 | 6,46 | 6,51 | 6,49 | 6,5 | 6,5 | 6,53 | 6,58 |
| | Média 6,46 | | | 6,50 | | | 6,54 | | |
| Cor | L | a | b | L | a | b | L | a | b |
| | 65,96 | 34,11 | 58,33 | 57,42 | 30,92 | 53,16 | 59,32 | 30,47 | 53,33 |
| | 55,92 | 31,61 | 54,60 | 54,44 | 29,31 | 50,69 | 56,58 | 29,20 | 50,72 |
| | 56,83 | 29,97 | 52,70 | 57,47 | 30,87 | 53,47 | 58,09 | 28,99 | 51,14 |
| | Média | 59,57 | 31,90 | 55,21 | 56,44 | 30,37 | 52,44 | 58,00 | 29,55 |
| Micro | 10-2 | 10-3 | 10-4 | 10-2 | 10-3 | 10-4 | 10-2 | 10-3 | 10-4 |
| | >300 | >300 | 48 | >300 | >300 | 41 | >300 | >300 | 55 |
| | >300 | >300 | 36 | >300 | >300 | 40 | >300 | >300 | 46 |
| | UFC's | | 4,20E+05 | | | 4,05E+05 | | | 5,05E+05 |
| Analísador Gases | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) |
| | 2,200 | 46,900 | 50,900 | 1,450 | 51,000 | 47,550 | 3,900 | 55,300 | 40,800 |
| | 2,100 | 47,100 | 50,800 | 1,500 | 50,950 | 47,550 | 3,850 | 55,400 | 40,750 |
| | 2,300 | 47,150 | 50,550 | 1,600 | 50,900 | 47,500 | 3,850 | 55,400 | 40,750 |
| | Média gás | 2,200 | 47,050 | 50,750 | 1,517 | 50,950 | 47,533 | 3,867 | 55,367 |

Apêndice 3 – Dados experimentais – Segundo estudo

Tabela_H: Dados experimentais - cenoura (dia 10).

| Cenoura – Segundo estudo | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|----------------|-----------------|---------------------------------------|----------------|-----------------|----------------------|
| Dia 10 | | | | | | | | | |
| | 10%O ₂ 40% CO ₂ | | 10%O ₂ 45% CO ₂ | | | 15%O ₂ 45% CO ₂ | | | |
| pH t=22°C Média | 6,72 | 6,74 | 6,7 | 6,74 | 6,7 | 6,75 | 6,88 | 6,82 | 6,87 |
| | 6,72 | | | 6,73 | | | 6,86 | | |
| Cor Média | L | a | b | L | a | b | L | a | b |
| | 55,31 | 29,82 | 54,25 | 57,27 | 31,32 | 52,76 | 59,43 | 28,93 | 50,88 |
| | 61,7 | 30,94 | 53,34 | 56,76 | 30,05 | 53,96 | 58,94 | 29,34 | 49,67 |
| | 58,02 | 30,17 | 55,04 | 57,87 | 30,92 | 53,09 | 60,21 | 29,79 | 51,62 |
| | 58,34 | 30,31 | 54,21 | 57,30 | 30,76 | 53,27 | 59,53 | 29,35 | 50,72 |
| Micro UFC's | 10-3 | 10-4 | 10-5 | 10-3 | 10-4 | 10-5 | 10-3 | 10-4 | 10-5 |
| | >300 | 79 | <15 | >300 | 76 | <15 | >300 | 95 | <15 |
| | >300 | 97 | <15 | >300 | 89 | <15 | >300 | 82 | <15 |
| | | 8,80E+05 | | | 8,25E+05 | | | 8,85E+05 | |
| Analizador Gases Média gás | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) |
| | 0,010 | 51,800 | 48,190 | 0,000 | 54,500 | 45,500 | 1,640 | 59,500 | 38,860 |
| | 0,022 | 52,300 | 47,678 | 0,000 | 55,600 | 44,400 | 1,710 | 59,400 | 38,890 |
| | 0,027 | 52,100 | 47,873 | 0,001 | 53,600 | 46,399 | 1,800 | 58,900 | 39,300 |
| | 0,020 | 52,067 | 47,914 | 0,000 | 54,567 | 45,433 | 1,717 | 59,267 | 39,017 |

Apêndice 4

Dados experimentais - Estudo final

Apêndice 4 – Dados experimentais – Estudo Final

Tabela_I: Dados experimentais - couve.

| Couve repolho | Dia | pH | | | Cor | | | | | | | | |
|---------------|------|--------|--------|---------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|---------|-------|-------|
| | | 10%45% | 15%45% | Atm. Ar | 10%45% | | | 15%45% | | | Atm. Ar | | |
| | | | | | L | a | b | L | a | b | | | |
| | | 0 | 5,79 | 5,79 | 5,79 | 67,74 | -9,86 | 27,56 | 67,74 | -9,86 | 27,56 | 67,74 | -9,86 |
| 6 | 6,26 | 6,27 | 6,31 | 68,82 | -7,67 | 26,09 | 67,54 | -7,31 | 25,23 | 66,26 | -9,79 | 29,67 | |
| 8 | 6,80 | 6,92 | 6,92 | 68,91 | -8,91 | 26,92 | 68,13 | -9,41 | 28,95 | 67,98 | -8,87 | 31,05 | |
| 10 | 6,88 | 7,06 | 7,07 | 69,77 | -8,56 | 26,98 | 68,06 | -7,84 | 28,74 | 68,73 | -9,23 | 27,52 | |

| Couve repolho | Dia | Microrganismos Totais 30°C - UFC's | | | Medição Gases | | | | | | | | |
|---------------|----------|------------------------------------|----------|----------|----------------|-----------------|----------------------|----------------|-----------------|----------------------|----------------|-----------------|----------------------|
| | | 10%45% | 15%45% | Atm. Ar | 10%45% | | | 15%45% | | | Atm. Ar | | |
| | | | | | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) |
| | | 0 | 2,40E+01 | 2,40E+01 | 2,40E+01 | 10,750 | 45,400 | 43,850 | 15,200 | 45,650 | 39,150 | 20,943 | 0,003 |
| 6 | 1,30E+03 | 1,13E+03 | 6,78E+03 | 0,560 | 55,260 | 44,180 | 5,840 | 50,590 | 43,570 | 10,542 | 7,820 | 81,638 | |
| 8 | 2,86E+03 | 2,46E+03 | 1,92E+04 | 0,160 | 57,600 | 42,240 | 2,850 | 59,120 | 38,030 | 7,189 | 13,930 | 78,881 | |
| 10 | 5,02E+03 | 4,69E+03 | 5,18E+04 | 0,000 | 59,050 | 40,950 | 0,092 | 62,840 | 37,068 | 4,024 | 19,022 | 76,954 | |

Apêndice 4 – Dados experimentais – Estudo Final

Tabela_J: Dados experimentais – cenoura.

| Cenoura | Dia | pH | | | Cor | | | | | | | | |
|---------|------|--------|--------|---------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|---------|-------|-------|
| | | 10%45% | 15%45% | Atm. Ar | 10%45% | | | 15%45% | | | Atm. Ar | | |
| | | | | | L | a | b | L | a | b | | | |
| | | 0 | 5,67 | 5,67 | 5,67 | 58,94 | 31,15 | 53,51 | 58,94 | 31,15 | 53,51 | 58,94 | 31,15 |
| 6 | 5,92 | 5,87 | 5,98 | 60,07 | 29,75 | 50,02 | 59,45 | 28,68 | 49,36 | 58,37 | 29,35 | 50,02 | |
| 8 | 6,47 | 6,57 | 6,62 | 57,99 | 29,55 | 51,73 | 56,44 | 30,37 | 52,44 | 57,70 | 27,11 | 51,73 | |
| 10 | 6,81 | 6,84 | 6,97 | 59,53 | 29,35 | 50,72 | 57,30 | 30,76 | 52,22 | 59,93 | 27,95 | 52,37 | |

| Cenoura | Dia | Microrganismos Totais 30°C - UFC's | | | Medição Gases | | | | | | | | |
|---------|----------|------------------------------------|----------|----------|----------------|-----------------|----------------------|----------------|-----------------|----------------------|----------------|-----------------|----------------------|
| | | 10%45% | 15%45% | Atm. Ar | 10%45% | | | 15%45% | | | Atm. Ar | | |
| | | | | | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) | O ₂ | CO ₂ | N ₂ (Bal) |
| | | 0 | 1,90E+01 | 1,90E+01 | 1,90E+01 | 10,560 | 45,600 | 43,840 | 15,160 | 45,780 | 39,060 | 20,920 | 0,003 |
| 6 | 1,08E+03 | 1,22E+03 | 5,13E+03 | 4,270 | 48,230 | 47,500 | 7,200 | 51,940 | 40,860 | 14,244 | 5,470 | 80,286 | |
| 8 | 2,48E+03 | 2,41E+03 | 1,08E+04 | 1,935 | 51,005 | 47,060 | 4,120 | 55,690 | 40,190 | 9,440 | 12,905 | 77,655 | |
| 10 | 6,45E+03 | 6,61E+03 | 5,30E+04 | 0,004 | 54,490 | 45,506 | 1,968 | 59,890 | 38,142 | 6,972 | 18,346 | 74,682 | |

Apêndice 5

Registos Actividade antioxidante

- Segundo estudo

Recta de calibração do DPPH

Tabela_K: Dados para construção da recta de calibração. Segundo estudo

| conc (µM) | Absorbância | Absorbância | Absorbância |
|---------------|-------------|---------------|-------------|
| 0 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 10 | 0,102 | 0,102 | 0,103 |
| 20 | 0,208 | 0,208 | 0,208 |
| 30 | 0,308 | 0,309 | 0,309 |
| 40 | 0,412 | 0,412 | 0,412 |
| 50 | 0,530 | 0,530 | 0,529 |
| 60 | 0,636 | 0,635 | 0,636 |
| m | | b | |
| 0,0106 | | 0,0041 | |

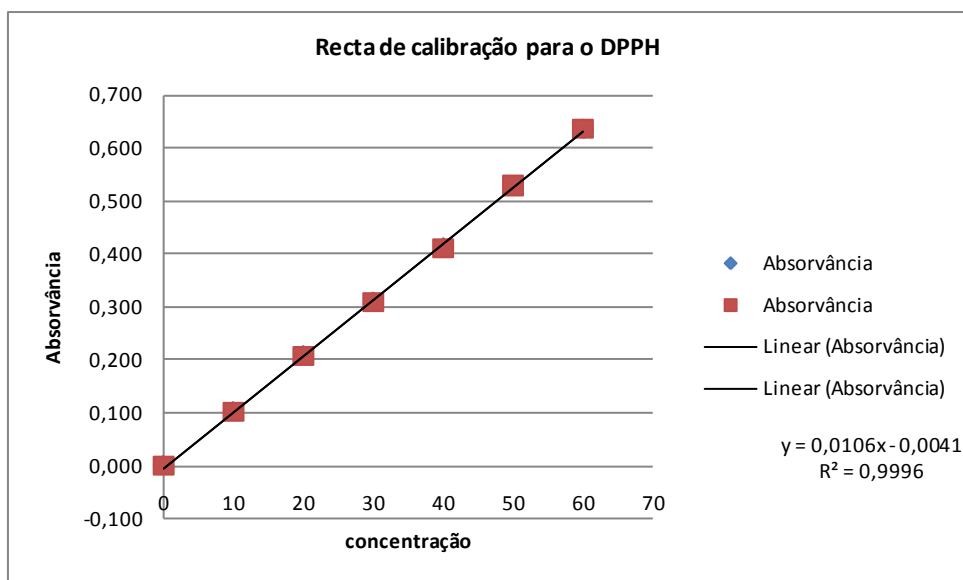


Ilustração 1: Gráfico da recta de calibração para o DPPH - Segundo estudo

Couve – Atmosfera 10/45 (O₂/CO₂)

Tabela_ L: Valores de %RSA em função da concentração para cada dia de amostragem. Couve 10/45.

| Dia 0 | | Dia 6 | | Dia 8 | | Dia 10 | |
|----------------|------|----------------|------|----------------|------|----------------|------|
| mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 12,2 | 33,4 | 24,3 | 24,1 | 25,1 | 22,1 | 22,7 | 19,2 |
| 8,4 | 24,5 | 16,7 | 16,3 | 17,3 | 16,4 | 15,6 | 14,0 |
| 4,4 | 13,5 | 8,7 | 8,4 | 9,0 | 9,3 | 8,1 | 8,4 |

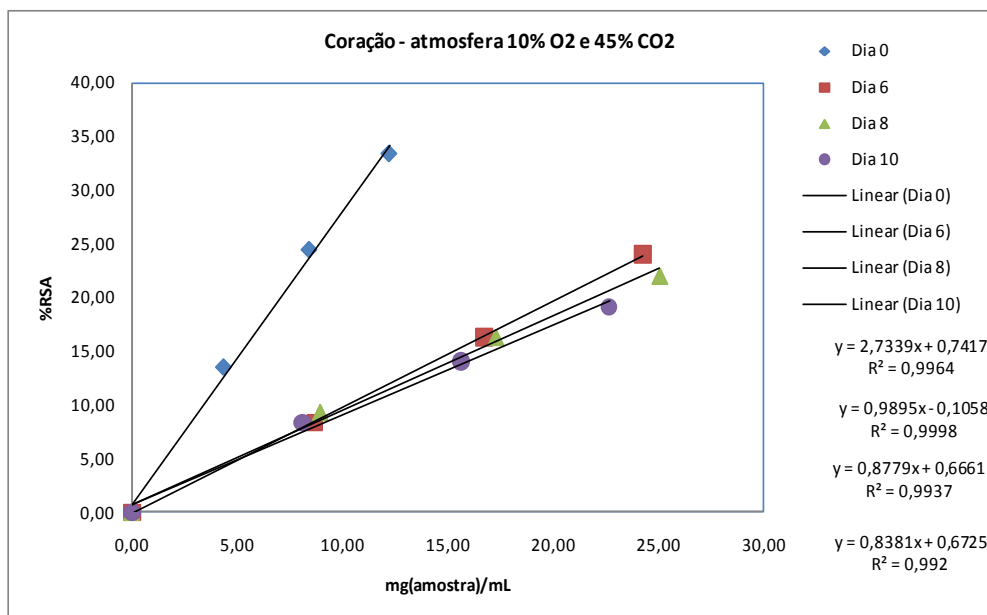


Ilustração 2: Gráfico %RSA em função da concentração, para obtenção do valor de EC₅₀ para cada dia. Couve 10/45.

Tabela_ M: EC₅₀ para cada dia de armazenamento. Couve 10/45.

| Dia | Declive | Ord. Orig. | EC50 (mg/ml) | EC50 (mg/L) | EC50 (mg/L) |
|-----|---------|------------|--------------|-------------|-------------|
| 0 | 2,7339 | 0,7417 | 18,02 | 18018 | 1,80E+04 |
| 6 | 0,9895 | -0,1058 | 50,64 | 50637 | 5,06E+04 |
| 8 | 0,8779 | 0,6661 | 56,20 | 56195 | 5,62E+04 |
| 10 | 0,8381 | 0,6725 | 58,86 | 58856 | 5,89E+04 |

Couve – Atmosfera 15/45 (O₂/CO₂)

Tabela_ N: Valores de %RSA em função da concentração para cada dia de amostragem. Couve 15/45.

| Dia 0 | | Dia 6 | | Dia 8 | | Dia 10 | |
|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
| mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 12,24 | 33,44 | 25,13 | 34,64 | 25,60 | 30,61 | 26,98 | 28,25 |
| 8,44 | 24,48 | 16,75 | 25,42 | 17,07 | 21,38 | 17,98 | 21,44 |
| 4,37 | 13,52 | 8,38 | 15,72 | 8,53 | 13,52 | 8,99 | 12,95 |

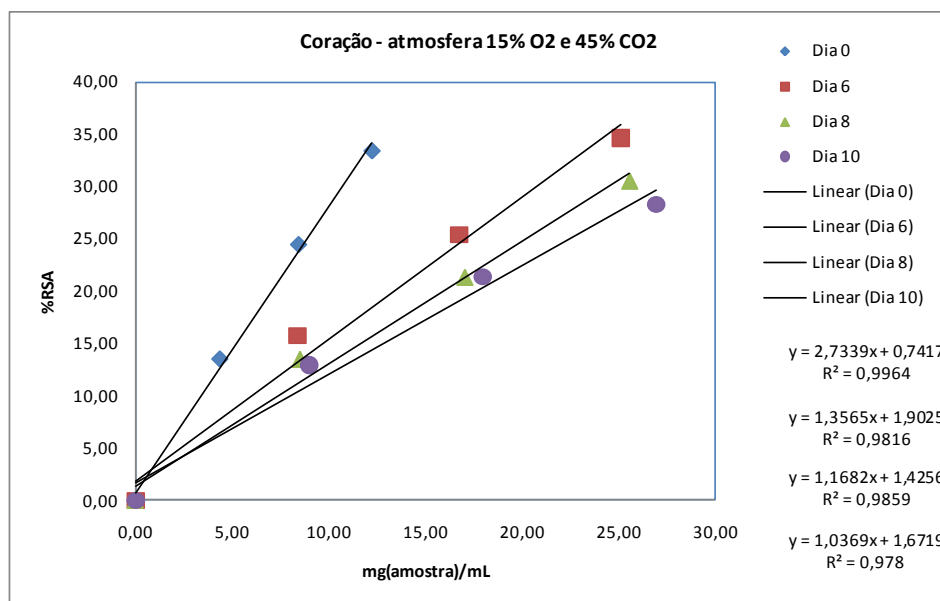


Ilustração 3: Gráfico %RSA em função da concentração, para obtenção do valor de EC₅₀ para cada dia. Couve 15/45.

Tabela_ O: EC₅₀ para cada dia de armazenamento. Couve 15/45.

| Dia | Declive | Ord. Orig. | EC ₅₀ (mg/ml) | EC ₅₀ (mg/L) | EC ₅₀ (mg/L) |
|-----|---------|------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 0 | 2,7339 | 0,7417 | 18,02 | 18018 | 1,80E+04 |
| 6 | 1,3565 | 1,9025 | 35,46 | 35457 | 3,55E+04 |
| 8 | 1,1682 | 1,4256 | 41,58 | 41581 | 4,16E+04 |
| 10 | 1,0369 | 1,6719 | 46,61 | 46608 | 4,66E+04 |

Couve – Atmosfera 15/40 (O₂/CO₂)

Tabela_P: Valores de %RSA em função da concentração para cada dia de amostragem. Couve 15/40.

| Dia 0 | | Dia 6 | | Dia 8 | | Dia 10 | |
|----------------|------|----------------|------|----------------|------|----------------|------|
| mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 12,2 | 33,4 | 24,0 | 29,2 | 25,0 | 23,2 | 26,4 | 22,5 |
| 8,4 | 24,5 | 16,6 | 21,3 | 17,2 | 17,2 | 18,2 | 14,7 |
| 4,4 | 13,5 | 8,6 | 13,3 | 8,9 | 10,6 | 9,4 | 8,0 |

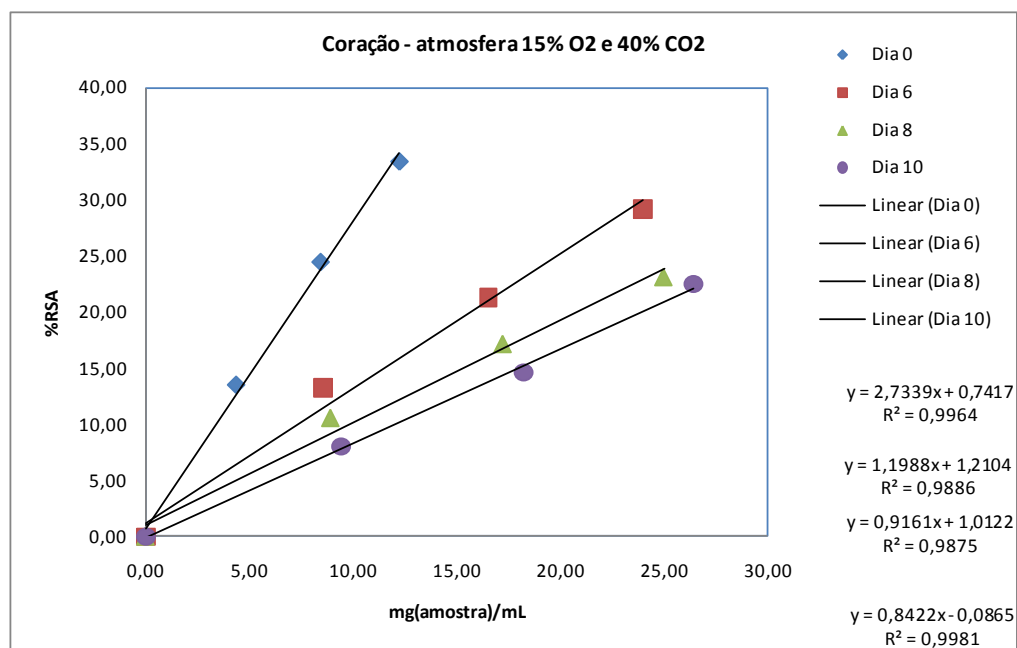


Ilustração 4: Gráfico %RSA em função da concentração, para obtenção do valor de EC₅₀ para cada dia. Couve 15/40.

Tabela_Q: EC₅₀ para cada dia de armazenamento. Couve 15/40.

| Dia | Declive | Ord. Orig. | EC ₅₀ (mg/ml) | EC ₅₀ (mg/L) | EC ₅₀ (mg/L) |
|-----|---------|------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 0 | 2,7339 | 0,7417 | 18,02 | 18018 | 1,80E+04 |
| 6 | 1,1988 | 1,2104 | 40,70 | 40699 | 4,07E+04 |
| 8 | 0,9128 | 1,3208 | 53,33 | 53330 | 5,33E+04 |
| 10 | 0,8427 | 0,1677 | 59,13 | 59134 | 5,91E+04 |

Cenoura – Atmosfera 10/40 (O₂/CO₂)

Tabela_ R: Valores de %RSA em função da concentração para cada dia de amostragem. Cenoura 10/40.

| Dia 0 | | Dia 6 | | Dia 8 | | Dia 10 | |
|----------------|------|----------------|------|----------------|------|----------------|------|
| mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 11,0 | 33,5 | 19,2 | 25,1 | 19,3 | 24,6 | 19,0 | 25,6 |
| 7,6 | 25,2 | 13,2 | 18,6 | 13,3 | 18,1 | 13,1 | 19,2 |
| 3,9 | 14,3 | 6,8 | 12,1 | 6,9 | 10,6 | 6,8 | 12,0 |

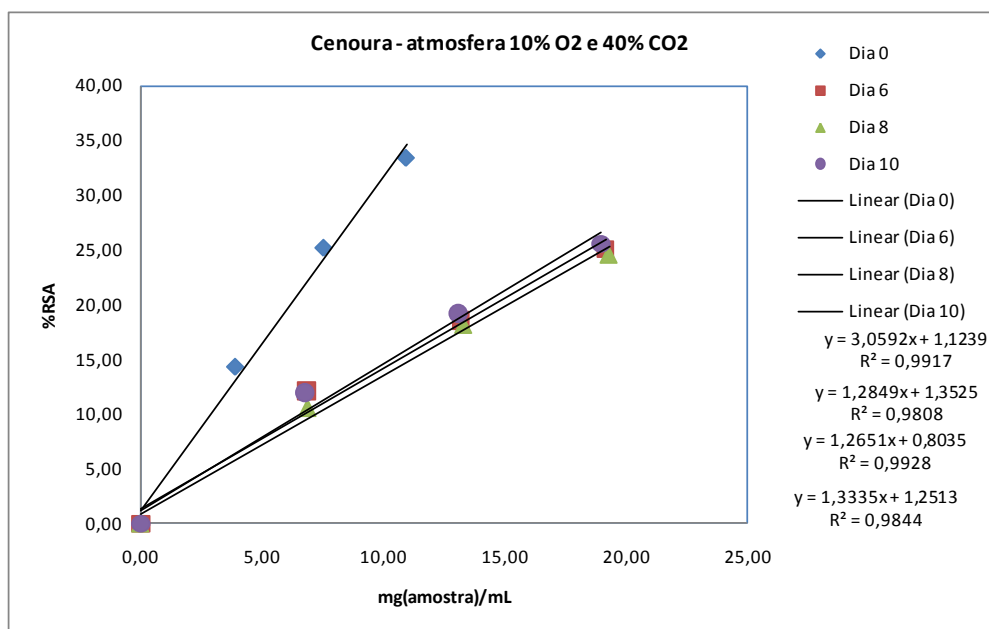


Ilustração 5: Gráfico %RSA em função da concentração, para obtenção do valor de EC₅₀ para cada dia. Cenoura 10/40.

Tabela_ S: EC₅₀ para cada dia de armazenamento. Cenoura 10/40.

| Dia | Declive | Ord. Orig. | EC ₅₀ (mg/ml) | EC ₅₀ (mg/L) | EC ₅₀ (mg/L) |
|-----|---------|------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 0 | 3,0592 | 1,1239 | 15,98 | 15977 | 1,60E+04 |
| 6 | 1,2849 | 1,3525 | 37,86 | 37861 | 3,79E+04 |
| 8 | 1,2651 | 0,8035 | 38,89 | 38887 | 3,89E+04 |
| 10 | 1,3335 | 1,2513 | 36,56 | 36557 | 3,66E+04 |

Cenoura – Atmosfera 10/45 (O₂/CO₂)

Tabela_ T: Valores de %RSA em função da concentração para cada dia de amostragem. Cenoura 10/45.

| Dia 0 | | Dia 6 | | Dia 8 | | Dia 10 | |
|----------------|------|----------------|------|----------------|------|----------------|------|
| mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 11,0 | 33,5 | 23,9 | 26,4 | 25,0 | 27,3 | 23,2 | 24,4 |
| 7,6 | 25,2 | 16,5 | 18,5 | 17,2 | 20,8 | 16,0 | 18,3 |
| 3,9 | 14,3 | 8,5 | 13,6 | 8,9 | 11,6 | 8,3 | 10,6 |

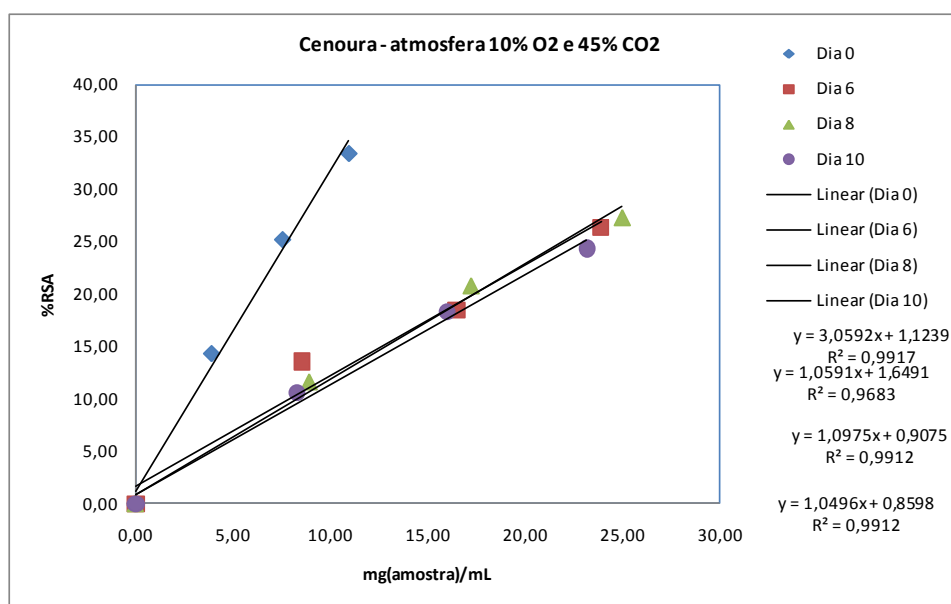


Ilustração 6: Gráfico %RSA em função da concentração, para obtenção do valor de EC₅₀ para cada dia. Cenoura 10/45.

Tabela_ U: EC₅₀ para cada dia de armazenamento. Cenoura 10/45.

| Dia | Declive | Ord. Orig. | EC ₅₀ (mg/ml) | EC ₅₀ (mg/L) | EC ₅₀ (mg/L) |
|-----|---------|------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 0 | 3,0592 | 1,1239 | 15,98 | 15977 | 1,60E+04 |
| 6 | 1,0591 | 1,6491 | 45,65 | 45653 | 4,57E+04 |
| 8 | 1,0975 | 0,9075 | 44,73 | 44731 | 4,47E+04 |
| 10 | 1,0496 | 0,8598 | 46,82 | 46818 | 4,68E+04 |

Cenoura – Atmosfera 15/45 (O₂/CO₂)

Tabela_V: Valores de %RSA em função da concentração para cada dia de amostragem. Cenoura 15/45.

| Dia 0 | | Dia 6 | | Dia 8 | | Dia 10 | |
|----------------|------|----------------|------|----------------|------|----------------|------|
| mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 11,0 | 33,5 | 23,7 | 26,6 | 25,0 | 27,9 | 24,0 | 25,1 |
| 7,6 | 25,2 | 16,3 | 18,6 | 17,2 | 18,2 | 16,6 | 17,8 |
| 3,9 | 14,3 | 8,5 | 12,4 | 8,9 | 10,8 | 8,6 | 10,3 |

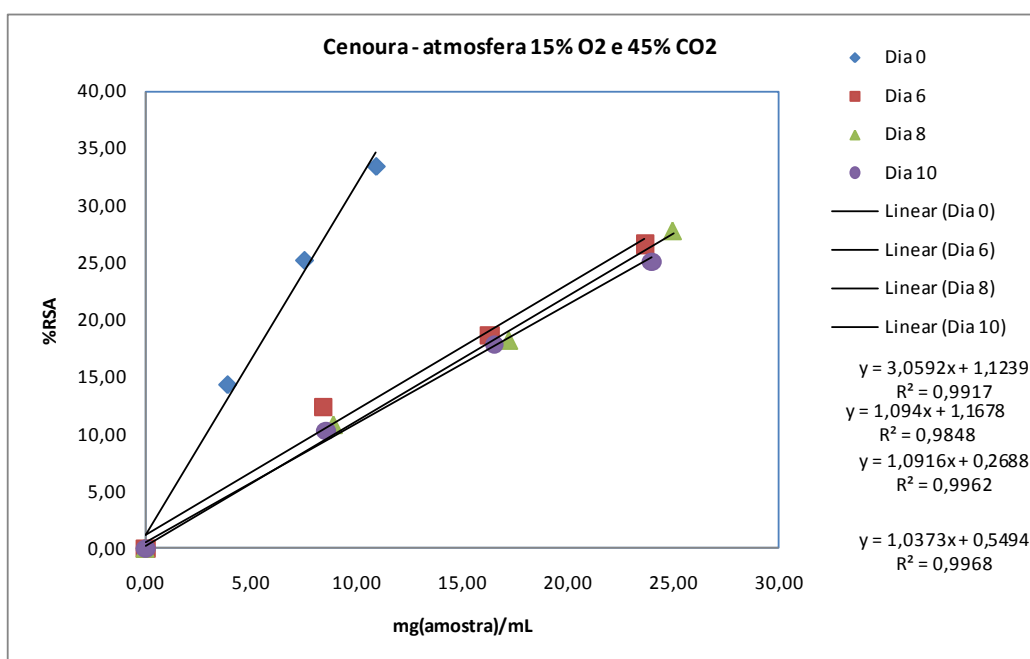


Ilustração 7: Gráfico %RSA em função da concentração, para obtenção do valor de EC₅₀ para cada dia. Cenoura 15/45.

Tabela_W: EC₅₀ para cada dia de armazenamento. Cenoura 15/45.

| Dia | Declive | Ord. Orig. | EC ₅₀ (mg/ml) | EC ₅₀ (mg/L) | EC ₅₀ (mg/L) |
|-----|---------|------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 0 | 3,0592 | 1,1239 | 15,98 | 15977 | 1,60E+04 |
| 6 | 1,094 | 1,1678 | 44,64 | 44636 | 4,46E+04 |
| 8 | 1,0916 | 0,2688 | 45,56 | 45558 | 4,56E+04 |
| 10 | 1,0373 | 0,5494 | 47,67 | 47672 | 4,77E+04 |

Apêndice 6

Registos Actividade antioxidante

- Estudo final

Recta de calibração do DPPH

Tabela_X: Dados para construção da recta de calibração. Segundo estudo

| conc (µM) | Absorbância | Absorbância | Absorbância |
|---------------|-------------|----------------|-------------|
| 0 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 10 | 0,116 | 0,116 | 0,116 |
| 20 | 0,224 | 0,224 | 0,224 |
| 30 | 0,338 | 0,338 | 0,338 |
| 40 | 0,456 | 0,456 | 0,456 |
| 50 | 0,564 | 0,564 | 0,564 |
| 60 | 0,682 | 0,682 | 0,682 |
| m | | b | |
| 0,0113 | | 0,00007 | |

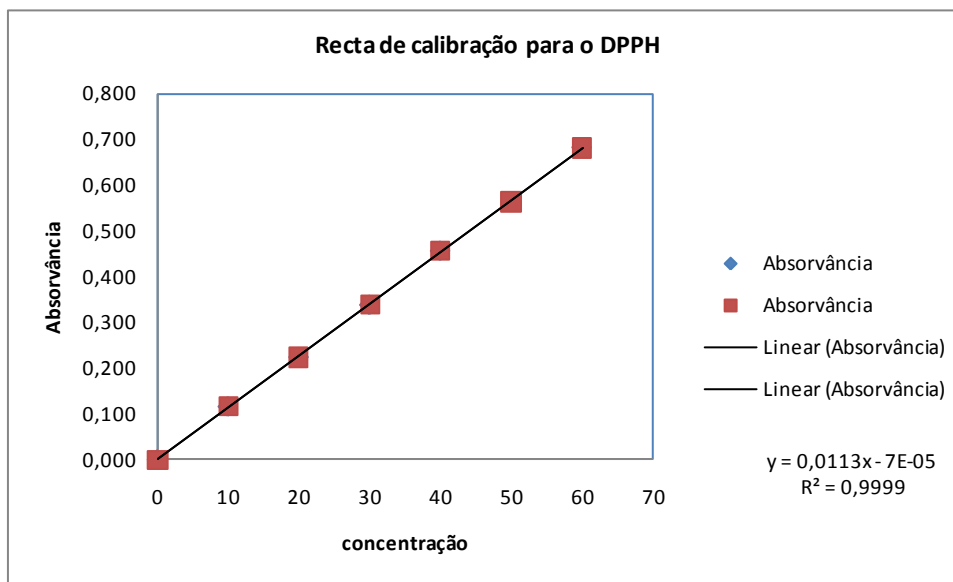


Ilustração 8: Gráfico da recta de calibração para o DPPH - Segundo estudo

Couve – Atmosfera 10/45 (O₂/CO₂)

Tabela_Y: Valores de %RSA em função da concentração para cada dia de amostragem. Couve 10/45.

| Dia 0 | | Dia 6 | | Dia 8 | | Dia 10 | |
|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
| mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 14,37 | 43,52 | 15,63 | 45,18 | 18,91 | 51,80 | 19,34 | 50,74 |
| 9,91 | 31,98 | 10,78 | 32,18 | 13,04 | 36,74 | 13,34 | 35,03 |
| 5,13 | 17,27 | 5,58 | 16,42 | 6,75 | 20,94 | 6,91 | 15,38 |

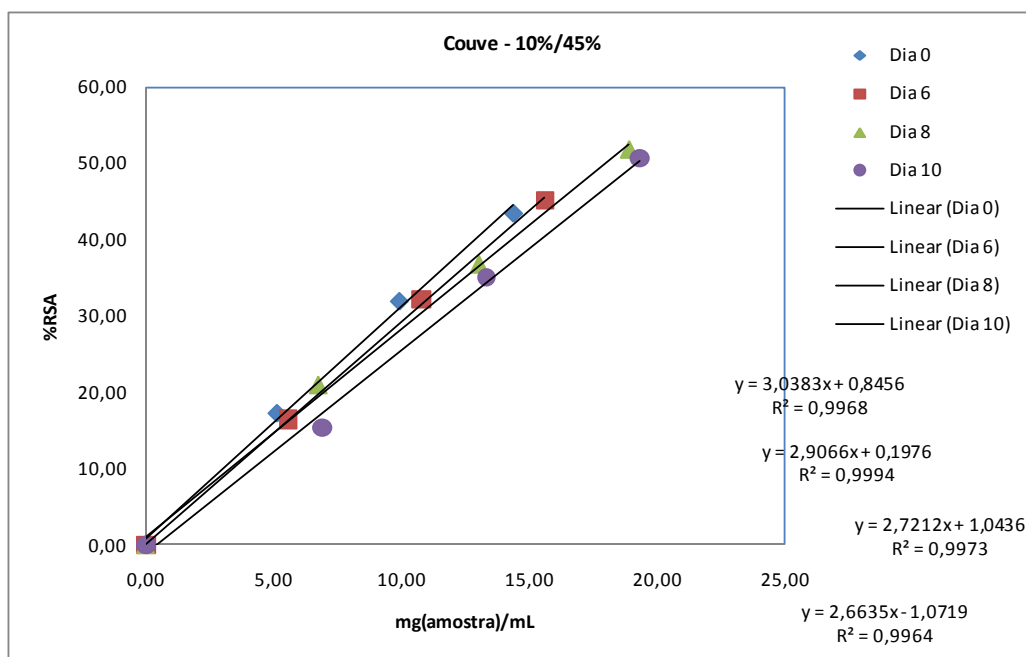


Ilustração 9: Gráfico %RSA em função da concentração, para obtenção do valor de EC₅₀ para cada dia. Couve 10/45.

Tabela_Z: EC₅₀ para cada dia de armazenamento. Couve 10/45.

| Dia | Declive | Ord. Orig. | EC ₅₀ (mg/ml) | EC ₅₀ (mg/L) | EC ₅₀ (mg/L) |
|-----|---------|------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 0 | 3,0383 | 0,8456 | 16,18 | 16178 | 1,62E+04 |
| 6 | 2,9066 | 0,1976 | 17,13 | 17134 | 1,71E+04 |
| 8 | 2,7212 | 1,0436 | 17,99 | 17991 | 1,80E+04 |
| 10 | 2,6635 | -1,0719 | 19,17 | 19175 | 1,92E+04 |

Couve – Atmosfera 15/45 (O₂/CO₂)

Tabela_AA: Valores de %RSA em função da concentração para cada dia de amostragem. Couve 15/45.

| Dia 0 | | Dia 6 | | Dia 8 | | Dia 10 | |
|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
| mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 14,37 | 43,52 | 20,24 | 57,18 | 16,01 | 42,86 | 15,49 | 40,45 |
| 9,91 | 31,98 | 13,96 | 41,62 | 11,04 | 31,85 | 10,69 | 26,16 |
| 5,13 | 17,27 | 7,23 | 22,59 | 5,72 | 18,91 | 5,53 | 11,66 |

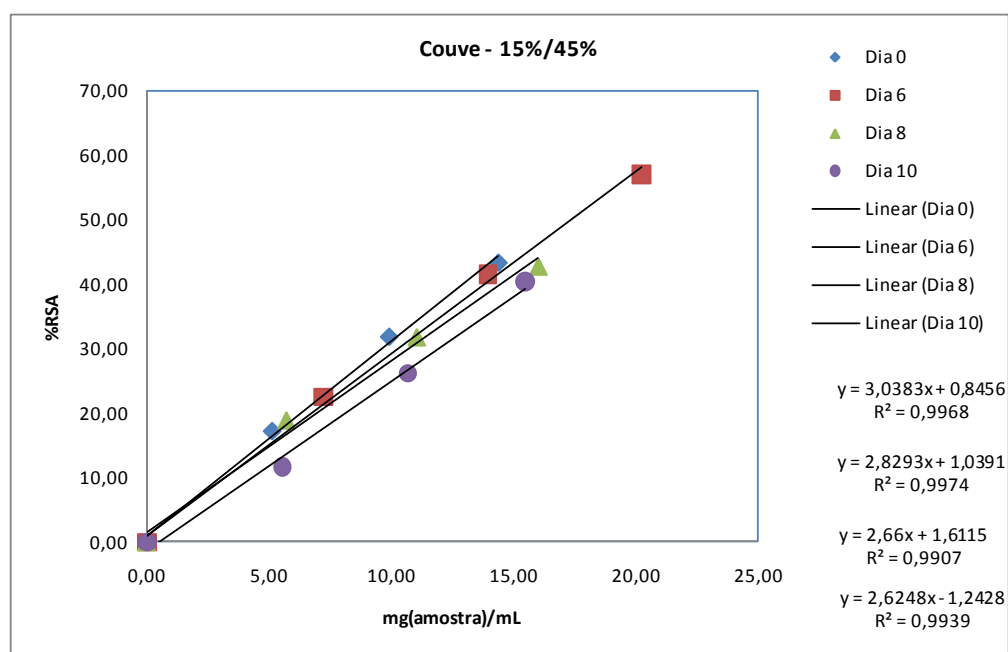


Ilustração 10: Gráfico %RSA em função da concentração, para obtenção do valor de EC₅₀ para cada dia. Couve 15/45.

Tabela_BB: EC₅₀ para cada dia de armazenamento. Couve 15/45.

| Dia | Declive | Ord. Orig. | EC ₅₀ (mg/ml) | EC ₅₀ (mg/L) | EC ₅₀ (mg/L) |
|-----|---------|------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 0 | 3,0383 | 0,8456 | 16,18 | 16178 | 1,62E+04 |
| 6 | 2,8293 | 1,0391 | 17,30 | 17305 | 1,73E+04 |
| 8 | 2,66 | 1,6115 | 18,19 | 18191 | 1,82E+04 |
| 10 | 2,6248 | -1,2428 | 19,52 | 19523 | 1,95E+04 |

Couve – Atmosfera normal (Ar)

Tabela_CC: Valores de %RSA em função da concentração para cada dia de amostragem. Couve atm normal.

| Dia 0 | | Dia 6 | | Dia 8 | | Dia 10 | |
|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
| mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 14,37 | 43,52 | 17,11 | 48,09 | 18,79 | 46,02 | 24,74 | 56,16 |
| 9,91 | 31,98 | 11,80 | 32,13 | 12,96 | 34,17 | 17,06 | 39,63 |
| 5,13 | 17,27 | 6,11 | 18,27 | 6,71 | 19,80 | 8,84 | 16,42 |

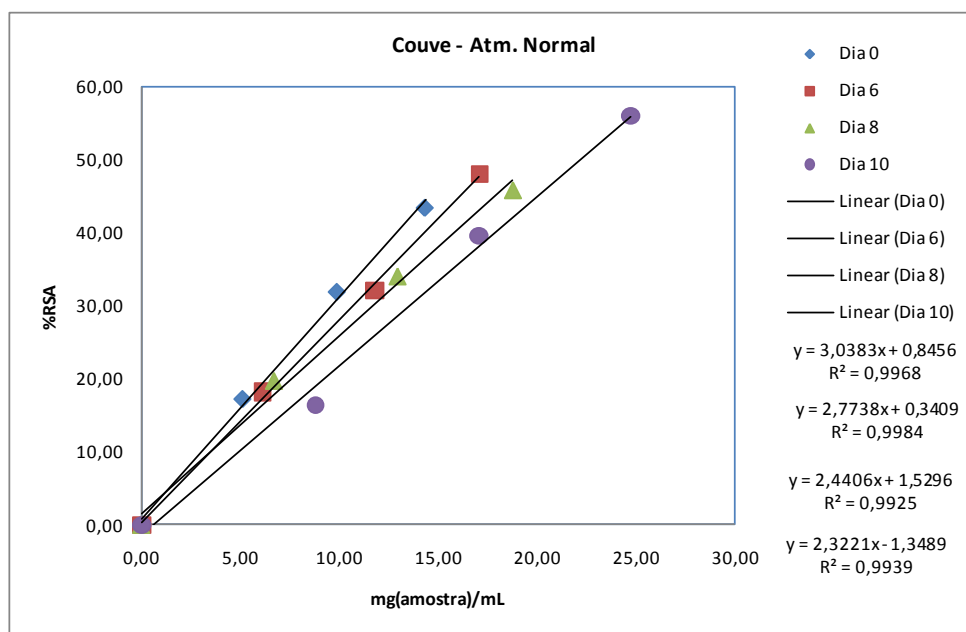


Ilustração 11: Gráfico %RSA em função da concentração, para obtenção do valor de EC50 para cada dia. Couve atm normal.

Tabela_DD: EC₅₀ para cada dia de armazenamento. Couve atm normal.

| Dia | Declive | Ord. Orig. | EC50 (mg/ml) | EC50 (mg/L) | EC50 (mg/L) |
|-----|---------|------------|--------------|-------------|-------------|
| 0 | 3,0383 | 0,8456 | 16,18 | 16178 | 1,62E+04 |
| 6 | 2,7738 | 0,3409 | 17,90 | 17903 | 1,79E+04 |
| 8 | 2,4406 | 1,5296 | 19,86 | 19860 | 1,99E+04 |
| 10 | 2,3221 | -1,3489 | 22,11 | 22113 | 2,21E+04 |

Cenoura – Atmosfera 10/45 (O₂/CO₂)

Tabela_ EE: Valores de %RSA em função da concentração para cada dia de amostragem. Cenoura 10/45.

| Dia 0 | | Dia 6 | | Dia 8 | | Dia 10 | |
|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
| mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 10,46 | 32,08 | 14,86 | 41,27 | 17,23 | 44,15 | 15,68 | 38,83 |
| 7,21 | 23,90 | 10,25 | 28,61 | 11,88 | 33,04 | 10,81 | 26,91 |
| 3,73 | 13,50 | 5,31 | 15,81 | 6,15 | 19,41 | 5,60 | 14,84 |

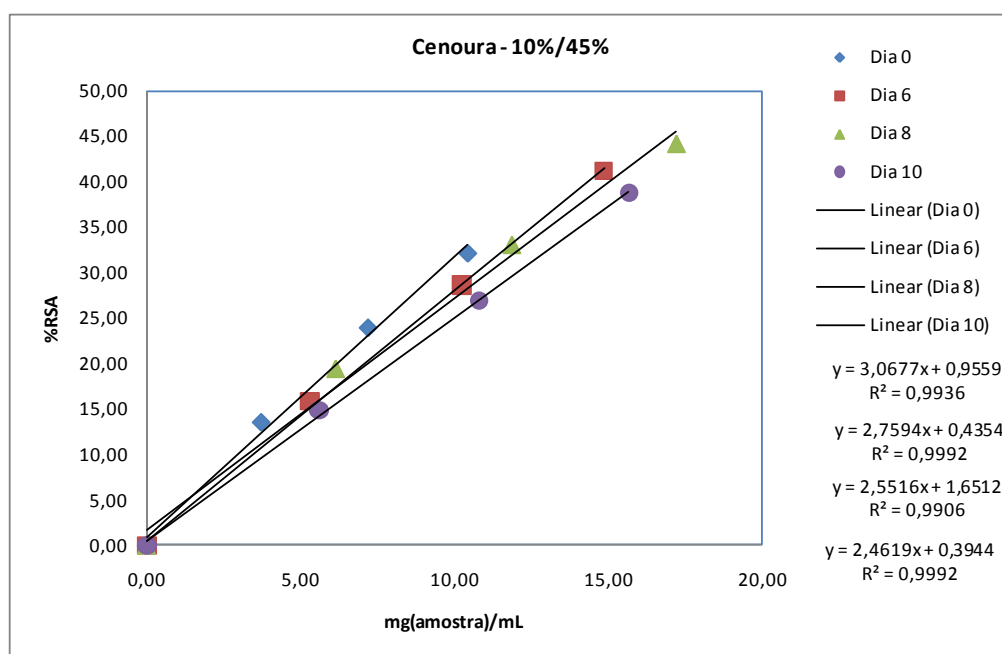


Ilustração 12: Gráfico %RSA em função da concentração, para obtenção do valor de EC₅₀ para cada dia. Cenoura 10/45.

Tabela_ FF: EC₅₀ para cada dia de armazenamento. Cenoura 10/45.

| Dia | Declive | Ord. Orig. | EC50 (mg/ml) | EC50 (mg/L) | EC50 (mg/L) |
|-----|---------|------------|--------------|-------------|-------------|
| 0 | 3,0677 | 0,9559 | 15,99 | 15987 | 1,60E+04 |
| 6 | 2,7594 | 0,4354 | 17,96 | 17962 | 1,80E+04 |
| 8 | 2,5516 | 1,6512 | 18,95 | 18948 | 1,89E+04 |
| 10 | 2,4619 | 0,3944 | 20,15 | 20149 | 2,01E+04 |

Cenoura – Atmosfera 15/45 (O₂/CO₂)

Tabela_GG: Valores de %RSA em função da concentração para cada dia de amostragem. Cenoura 15/45.

| Dia 0 | | Dia 6 | | Dia 8 | | Dia 10 | |
|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
| mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 10,46 | 32,08 | 17,21 | 49,35 | 15,86 | 41,19 | 16,04 | 39,50 |
| 7,21 | 23,90 | 11,87 | 30,72 | 10,94 | 27,80 | 11,06 | 23,99 |
| 3,73 | 13,50 | 6,15 | 14,51 | 5,66 | 13,83 | 5,73 | 11,81 |

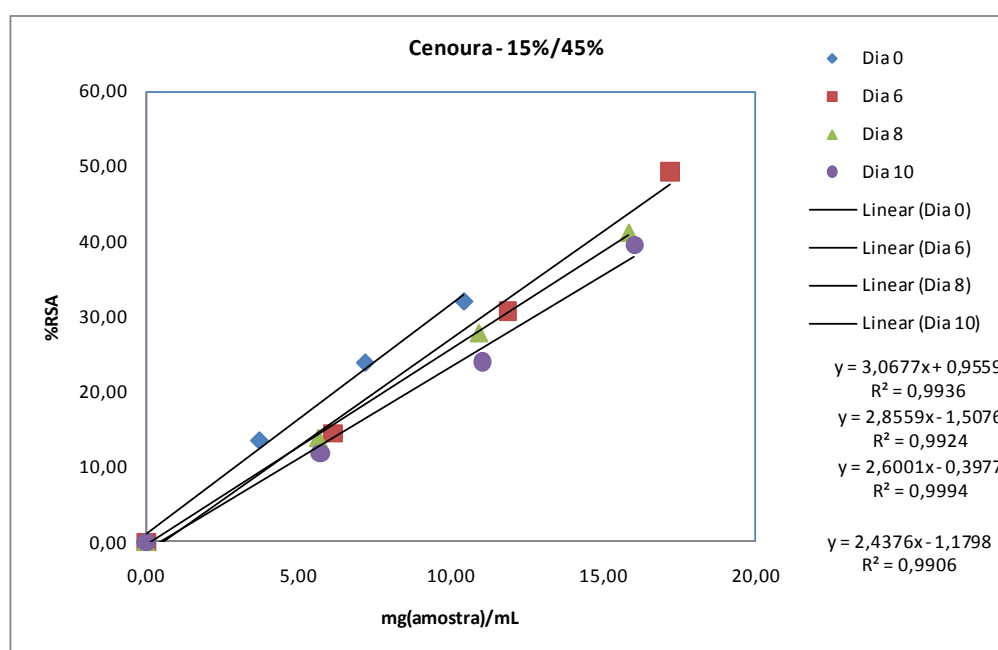


Ilustração 13: Gráfico %RSA em função da concentração, para obtenção do valor de EC₅₀ para cada dia. Cenoura 15/45.

Tabela_HH: EC₅₀ para cada dia de armazenamento. Cenoura 15/45.

| Dia | Declive | Ord. Orig. | EC ₅₀ (mg/ml) | EC ₅₀ (mg/L) | EC ₅₀ (mg/L) |
|-----|---------|------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 0 | 3,0677 | 0,9559 | 15,99 | 15987 | 1,60E+04 |
| 10 | 2,8559 | -1,5076 | 18,04 | 18036 | 1,80E+04 |
| 15 | 2,6001 | -0,3977 | 19,38 | 19383 | 1,94E+04 |
| 20 | 2,4376 | -1,1798 | 21,00 | 20996 | 2,10E+04 |

Cenoura – Atmosfera normal (ar).

Tabela_ II: Valores de %RSA em função da concentração para cada dia de amostragem. Cenoura atm normal.

| Dia 0 | | Dia 6 | | Dia 8 | | Dia 10 | |
|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
| mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA | mg(amostra)/ml | %RSA |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 10,46 | 32,08 | 15,45 | 37,85 | 16,72 | 37,43 | 19,24 | 40,32 |
| 7,21 | 23,90 | 10,66 | 26,96 | 11,53 | 27,01 | 13,27 | 25,94 |
| 3,73 | 13,50 | 5,52 | 13,00 | 5,97 | 14,67 | 6,87 | 12,94 |

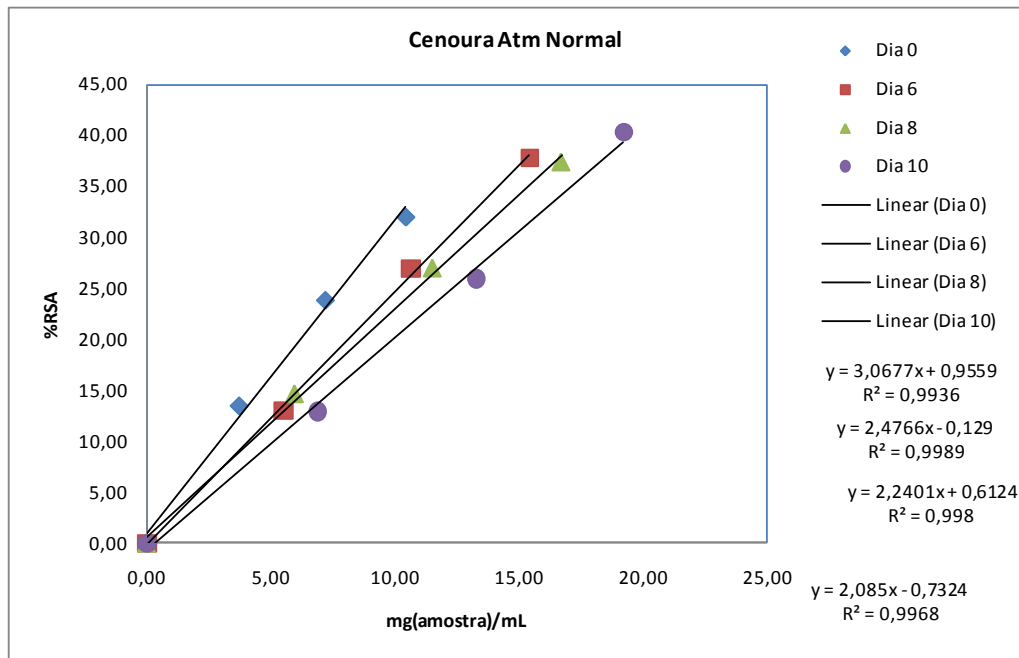


Ilustração 14: Gráfico %RSA em função da concentração, para obtenção do valor de EC50 para cada dia. Cenoura atm normal.

Tabela_ JJ: EC₅₀ para cada dia de armazenamento. Cenoura atm normal.

| Dia | Declive | Ord. Orig. | EC50 (mg/ml) | EC50 (mg/L) | EC50 (mg/L) |
|-----|---------|------------|--------------|-------------|-------------|
| 0 | 3,0677 | 0,9559 | 15,99 | 15987 | 1,60E+04 |
| 10 | 2,4766 | -0,129 | 20,24 | 20241 | 2,02E+04 |
| 15 | 2,2401 | 0,6124 | 22,05 | 22047 | 2,20E+04 |
| 20 | 2,085 | -0,7324 | 24,33 | 24332 | 2,43E+04 |