

# Tratamentos de stress abiótico na promoção da qualidade sensorial e funcional de cenoura minimamente processada

Carla Alegria<sup>1,2</sup>, Elsa Gonçalves<sup>2,3</sup>, Margarida Moldão<sup>4</sup>, Marta Abreu<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup>CE3C – Center for Ecology, Evolution and Environmental Changes, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Portugal; <sup>2</sup>UTI – Unidade de Tecnologia e Inovação do Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P., Portugal; <sup>3</sup>GeoBiotec - GeoBioTec Research Institute, Universidade Nova de Lisboa, Campus de Caparica, Portugal; <sup>4</sup>LEAF – Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food, Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa, Portugal.

marta.abreu@iniav.pt

## INTRODUÇÃO

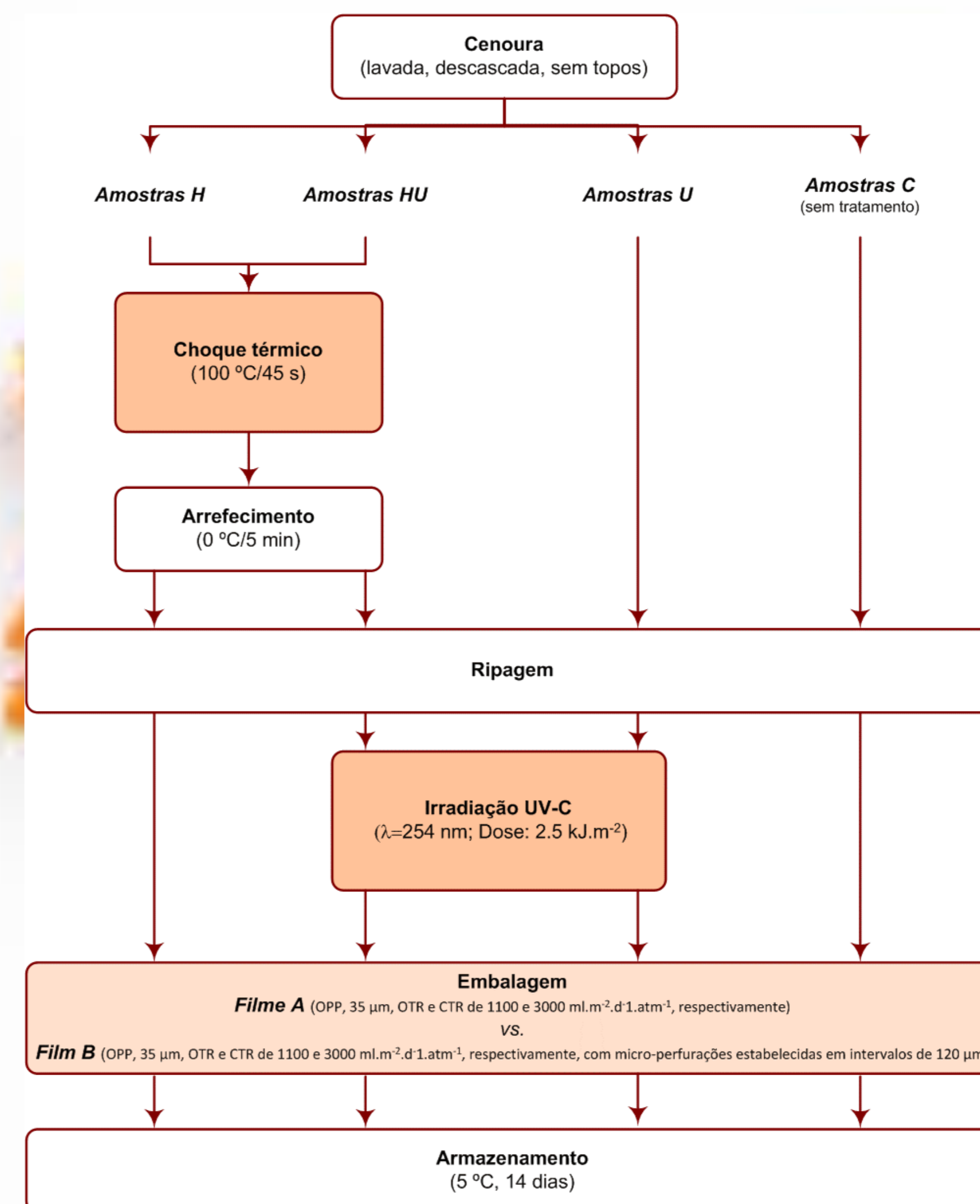
O sucesso dos hortofrutícolas minimamente processados (MP) depende da proximidade das suas características à condição em fresco, oferecendo aos consumidores alimentos altamente nutritivos, convenientes e saudáveis. De entre os hortofrutícolas MP, a cenoura (*Daucus carota* L.) é um dos hortofrutícolas mais populares, sendo a ripagem a forma de apresentação ao consumidor mais vulgarizada. O processamento mínimo *standard* de cenoura minimamente processada (CMP), envolve a descontaminação do produto já ripado em soluções de hipoclorito de sódio, cuja eficiência baixa é conhecida, para além de envolver perdas de qualidade devido à lixiviação e oxidação de fitoquímicos importantes (carotenóides e fenólicos). Acresce ainda que as operações de processamento mínimo, designadamente a ação do descasque e corte, activam a fisiologia vegetal e favorecem o desenvolvimento microbiológico, acelerando a perda da qualidade sensorial, crítica face ao limitado período de vida comercial do produto (< 7 dias). Consequentemente, a CMP requer o desenvolvimento de uma tecnologia de conservação eficaz com vista à retenção das características em fresco por períodos mais alargados. Os tratamentos de **choque térmico** e de **irradiação UV-C**, a par da ação do corte, exercem efeitos de *stress* nos hortofrutícolas accionando mecanismos de defesa nos quais a ativação da via fenilpropanóide, mediada pela fenilalanina amónio liase (PAL), é muito interessante enquanto responsável pela promoção da síntese e acumulação de compostos fenólicos. Para além disso os tratamentos, de choque térmico e de irradiação, exercem igualmente efeitos de descontaminação importantes, constituindo alternativas promissoras de acordo com os efeitos multialvo associados.

## OBJETIVO

Avaliar os efeitos dos tratamentos stress abiótico de choque térmico (H\_100 °C/45 s), UV-C (U\_2.5 kJ.m<sup>-2</sup>) e duas situações de embalagem em atmosfera modificada (MAP passiva), com vista à maximização da qualidade sensorial e bioativa e extensão do período de vida do produto.

## MATERIAIS & MÉTODOS

### Processamento Mínimo



### Protocolo de acompanhamento

**Composição gasosa (O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>) no interior das embalagens** analisador de gás Checkmate 9900 (PBI-Dansensor). Foram analisados 5 sacos por tipo de amostra por dia de amostragem.

**Controlo microbiológico:** Contagem de microrganismos a 30°C (EN ISO 4833; Micro30), bolores e leveduras (NP 3277-1; B&L), bactérias lácticas (ISO 15214; BAL). Contagens microbiológicas expressas como Log<sub>10</sub> (ufc.g<sup>-1</sup>).

**pH:** potenciômetro Crison Micro pH 2001 (Crison Instruments).

**Conteúdo Fenólico Total (CFT):** De acordo com Swain & Hillis (1959) sendo expresso em mg equivalentes de ácido clorogénico/100 g (FW).

**Actividade enzimática da fenilalanina amónio liase (PAL):** De acordo com Ke & Saltveit (1986) sendo expressa como μmol de ácido t-cinâmico formado por hora.

**Avaliação sensorial:** Testes descritivos. Painel treinado (10 provadores, ISO 8586-1: 1993; ISO13299: 2003). Atributos avaliados: cor, grau de frescura, aroma, firmeza (escalas de 5 pontos) e nível de rejeição.

**Tratamento estatístico de resultados:** Análise de variância ANOVA (teste Tukey, p=0.05) com recurso a StatisticaTM v.8 (StatSoft Inc., 2007).

A análise multivariada, em componentes principais (PCA), foi realizada com recurso ao software StatisticaTM v.8. Foi realizada a padronização dos dados (média de 0 e variância unitária) para obter a matriz de correlação, com 56 amostras e 9 variáveis codificadas. Os componentes principais (PC) foram obtidos pelo cálculo dos autovalores e autovetores da matriz de correlação. A representação bidimensional foi feita para os PC's que acumularam uma percentagem significativa das informações originais, acima de 70%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

- A PCA permitiu explicar 76,72% da variabilidade original dos dados nas duas primeiras dimensões (PC1 e PC2);
- A projecção das variáveis sobre os dois componentes (Fig. 1) sugere **mecanismos independentes responsáveis pelas alterações de qualidade de CMP durante o armazenamento:**
  - **PC1 refere-se à perda de qualidade sensorial promovida pelo desenvolvimento microbiano;**
  - **PC2 descreve a dinâmica de síntese fenólica.**

- O **PC1** (55% da variabilidade dos dados) correlaciona-se com as contagens microbiológicas, pH, rejeição sensorial e composição gasosa no interior das embalagens (Fig. 1):

- A **rejeição sensorial** foi dependente (p<0,05) do desenvolvimento microbiano (Micro30, BAL e B&L), todos correlacionados positivamente (p<0,05) com PC1;
- O **grupo BAL** foi o que mais contribuiu para os processos de deterioração de CMP conduzindo à rejeição sensorial do produto;
- O **desenvolvimento de BAL** foi favorecido pelo estabelecimento de condições anaeróbias (níveis de CO<sub>2</sub>), com implicações na **acidificação do produto** (vetor de pH correlacionado negativamente no PC1).

- O **PC2** (22% da variabilidade dos dados) descreve a **dinâmica da síntese fenólica** representada pelas variáveis CFT e PAL (Fig. 1):

- As elevadas correlações positivas (p<0,05) determinadas entre **CFT, PAL** e PC2 comprovam a dinâmica de síntese fenólica, i.e., incrementos na actividade da PAL traduzem-se na síntese e acumulação deste compostos (vetor CFT) nos tecidos;
- A **fraca projecção vetorial TPC e PAL em PC1** indica que **variações destes parâmetros não têm implicações sensoriais.**

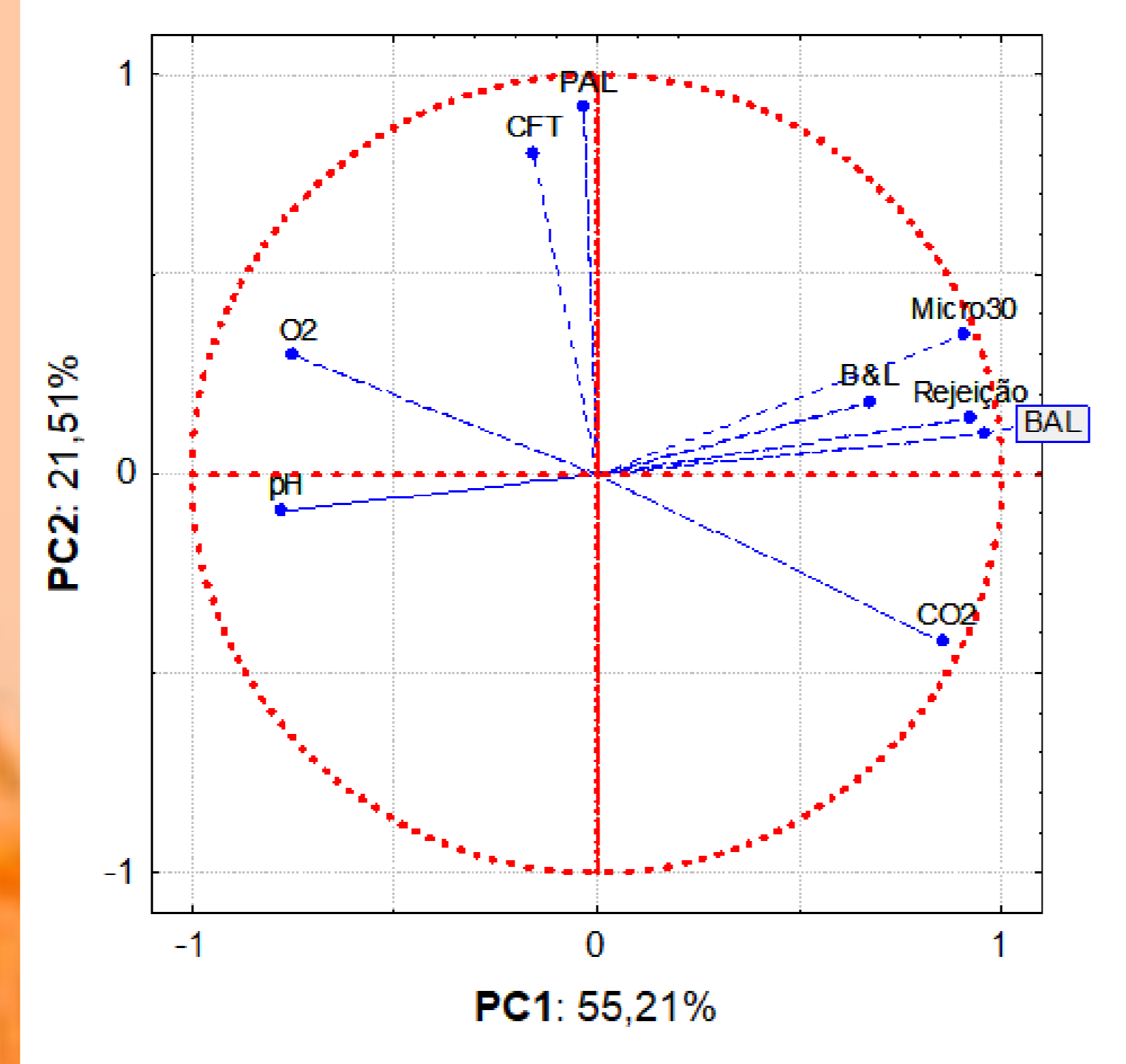


Fig. 1 - Loading plot

- Independentemente do tratamento ou filme de embalagem utilizado, as amostras apresentaram em um padrão evolutivo semelhante durante o armazenamento, indicando **perda progressiva de qualidade e aumento dos níveis de rejeição** (Fig. 2) amostras de **dia 0** posicionadas na extrema esquerda do espaço e datas subsequentes distribuídas para a direita).
- O posicionamento das **amostras U e C** (não tratadas) é muito próximo nas diferentes datas de amostragem (de 0 a 14 dias, Fig. 2), indicando **ausência de efeito do tratamento UV na prevenção do desenvolvimento microbiano.**

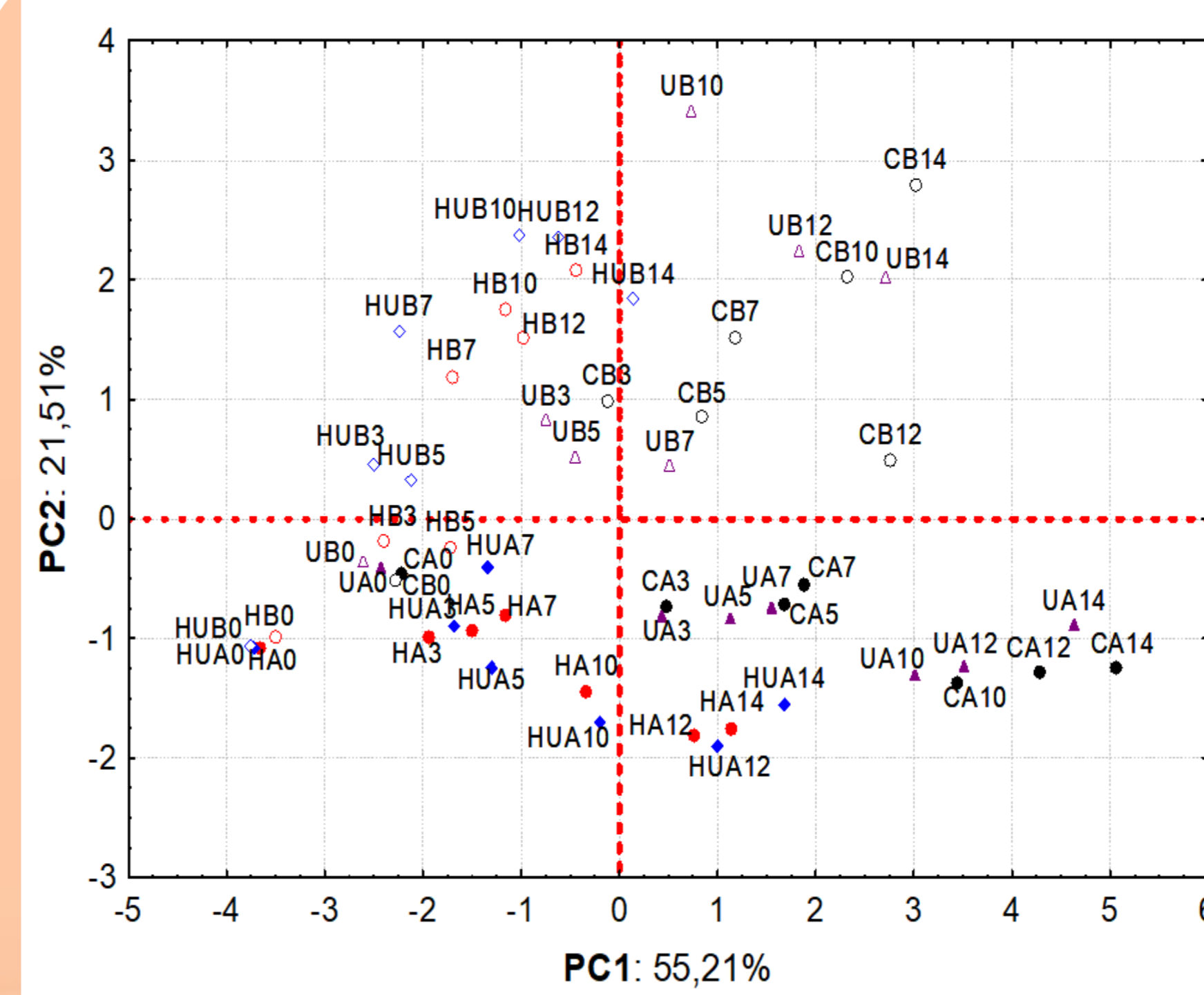


Fig. 2 - Score plot

- O posicionamento relativo entre **amostras H e HU, até o dia 10 (filme A) ou 14 (filme B)** face ao PC1 (Fig. 2), mostra **efeitos significativos atribuídos ao choque térmico no controlo do desenvolvimento microbiano.**

- Os efeitos do choque térmico em relação à **descontaminação inicial** são demonstrados pelo posicionamento relativo de **amostras H e HU** face às **amostras C e U** no dia 0.

- O posicionamento das amostras em relação ao eixo definido pelo **PC2** evidenciam uma **distinção entre amostras embaladas com filme B em relação às homólogas embaladas com filme A** (Fig. 2):
  - Durante o armazenamento, o tipo de filme de embalagem (Fig.2) influencia as concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (correlações opostas face a PC1, Fig. 1) afetando os mecanismos descritos por PC1 e PC2, onde:
    - O desenvolvimento microbiológico e consequente rejeição sensorial são diretamente influenciados pela concentração de CO<sub>2</sub>, críticos nas amostras embaladas com o filme A.
    - É sugerida a importância dos níveis de O<sub>2</sub> para a bioacumulação fenólica durante o armazenamento, expresso pelo posicionamento das amostras embaladas com filme B (Fig. 2), independentemente do tratamento aplicado.

## CONCLUSÃO

O choque térmico (100 °C/45 s) combinado com o filme micro-perfurado (filme B) são escolhas tecnológicas que permitem simultaneamente atingir a maximização da bioatividade do produto e melhor preservar a qualidade sensorial da CMP, verificando a extensão do período de vida útil (14 dias).