



Hinc patriam sustinet

**Instituto Superior de Agronomia**  
**Universidade Técnica de Lisboa**

# **Calibração de métodos expeditos para determinação do teor de amido e de açúcares redutores em batata para fritar**

**Sofia Pires Marques**

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia Agronómica**

Orientador: Doutor António José Saraiva de Almeida Monteiro

Co-orientador: Doutora Margarida Gomes Moldão Martins

## **Júri:**

Presidente: Doutora Cristina Maria Moniz Simões de Oliveira, Professora Associada do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Vogais: Doutor António José Saraiva de Almeida Monteiro, Professor Catedrático do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

Doutora Margarida Gomes Moldão Martins, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

Doutor Miguel Pedro de Freitas Barbosa Mourato, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Doutora Natália Maria Ferreira Rebelo de Melo Osório, Professora Auxiliar Convidada do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Lisboa, 2013

## **Agradecimentos**

Quero deixar claro que este trabalho só foi possível graças a várias pessoas que, de diferentes maneiras, me apoiaram.

Estou especialmente reconhecida ao meu orientador, Professor Doutor António Monteiro, que foi sempre incedível no acompanhamento eficaz que me prestou ao longo do período que durou esta investigação.

Estou igualmente grata à minha coorientadora, Professora Doutora Margarida Moldão Martins, que mostrou também uma disponibilidade ímpar para acompanhar este trabalho.

Devo agradecer ao *Grupo Jerónimo Martins*, que promoveu e facilitou este estudo, permitindo uma parceria com o Instituto Superior de Agronomia. Também uma palavra de agradecimento à Eng. Inês Vilaça e às restantes pessoas com quem contactei do GJM, pela amizade e disponibilidade que sempre tiveram para me apoiar.

Agradeço ainda a todos os que fazem parte do Laboratório Ferreira Lapa do ISA, pelo seu apoio, disponibilidade e amizade.

Por último, uma palavra de reconhecimento para aqueles que, não tendo contribuído diretamente para este trabalho, foram, no entanto, fundamentais para a minha formação académica.

## Resumo

Este trabalho pretende contribuir para a resolução de um problema de qualidade de batata para fritar, proposto pelo *Grupo Jerónimo Martins*.

O principal objetivo deste trabalho é estabelecer os parâmetros definidores de qualidade de batata para fritar e quais as formas expeditas para a avaliar.

Sendo o amido e o teor de açúcares redutores os principais parâmetros que definem uma batata com qualidade para fritar, seguem-se as seguintes metodologias: determinação do teor de amido a partir do teor de matéria seca; determinação do teor de açúcares redutores por metodologias correntes e por aparelho de medição expedita; e fritura realizada em condições pré-estabelecidas.

Os resultados obtidos foram satisfatórios e conseguiu-se contribuir para a resolução do problema. Os teores de matéria seca mostraram não ter correlação com os restantes parâmetros. Quanto ao aparelho de medição expedita dos açúcares redutores considerou-se viável, concluindo-se haver uma boa relação nos valores obtidos por este medidor e as metodologias correntes utilizadas.

**Palavras-chave:** batata; amido, açúcares redutores, matéria seca; fritura.

## **Abstract**

This work aims to contribute on solving the quality issue on potatoes used for frying, proposed by *Grupo Jerónimo Martins*.

The main goal of this work is to establish quality parameters in potato to fry and study the different methods to evaluate the quality.

Starch and reduced sugars are the main quality parameters that define a good potato to fry. Thus, the methods to evaluate those parameters are: determination of the amount of starch using the amount of dry matter; determination of the amount of reducing sugars using current methodologies and expedited equipment; frying following pre-established conditions.

With the obtained results is possible to give a contribution to solve the quality problem. The dry matter amounts don't seem to be related to the other parameters. The expedited equipment that measures the amount of reduced sugars appears to be reliable, concluding that exists a good relationship between the values that were obtained by using the expedited equipment and the current methodologies.

**Key words:** potato; starch, reduced sugars, dry matter, frying.

## Extended abstract

Potato is composed mainly by water (75 %) and dry matter is the other component. Dry matter includes a high amount of carbohydrates, a small part of protides, a few lipids and even some organic acids and other materials. Carbohydrates are synthesized in the photosynthetic process. Saccharose is a carbohydrate that is converted into starch and consequently one part is converted into glucose, a reduced sugar.

The most important characteristics that potatoes must have to provide the quality are its organoleptic characteristics. The most important are: the appearance, the flavor and the texture. Specifically in potatoes to fry, starch and reduced sugars are the main quality parameters that define a good potato to fry. The *Maillard reaction* explains the phenomenon of browning in the final product in which reducing sugars react with amino acids during dehydration, sterilization or frying

This work is supposed to contribute on solving a quality issue in potato to fry, proposed by *Grupo Jerónimo Martins*. The aim of the work is to establish quality parameters in potato to fry and study the different methods to evaluate the quality.

The methods used to evaluate the parameters studied are: determination of the amount of starch using the amount of dry matter; determination of the amount of reducing sugars using current methodologies and expedited equipment; frying following pre-established conditions. The dry matter is determined using a manual hydrometer. The current methodology used to determine the amount of reducing sugars is a spectrophotometric method and it calculates the glucose concentration in order to compare the results with the glucose amount that is directly determined with the expedited equipment, that measures the glycemic index. In parallel to those methods, the frying of the potatoes analyzes the final characteristics of the product and separates the potatoes in "Color classes". This way it is possible to compare the frying results with the glucose concentrations.

This study included ten cultivars: *Asterix, Red Scarlett, Manitou, Agria, Bella Rosa, Monalisa, Mozart, Shannon, Red Lady* and *Laura*.

The dry matter amounts don't show to be related to the other parameters. It doesn't have anything to do with the glucose concentration in each method and neither with the results obtained with the frying. However it's possible to conclude that the behavior of each cultivar is related to what is said in biography.

Comparing the glucose concentration in both methods (the spectrophotometric one and using the expedited equipment) it's shown a 73,62 % determination coefficient that represents a good relationship between the two methods and that is reliable to use the equipment that measures the glycemic index. This equipment will provide the possibility to have, in the department store, a quick, easy and cheap information how potato will behave during frying.

## Índice Geral

<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>1</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>2</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS.....</b>	<b>3</b>
<b>I. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>4</b>
<b>II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>5</b>
1. A PLANTA: CRESCIMENTO E TUBERIZAÇÃO.....	5
2. PRODUÇÃO DE FOTOASSIMILADOS NAS FOLHAS.....	6
3. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA BATATA.....	7
3.1 Glúcidos .....	8
3.2 Açúcares solúveis.....	8
3.3 Amido .....	9
4. QUALIDADE DO TUBÉRCULO .....	10
5. CONSERVAÇÃO DA BATATA.....	11
6. QUALIDADE DA BATATA PARA FRITAR .....	11
<b>III. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
7. MÉTODOS .....	13
7.1 MEDIÇÃO DO TEOR DE MATÉRIA SECA.....	13
7.2 MEDIÇÃO DO TEOR DE GLUCOSE .....	15
7.2.1 Preparação da amostra .....	15
7.2.2 Determinação do teor de glucose por método espectrofotométrico .....	15
7.2.3 Medição do teor de glucose por medidor do índice de glicémia.....	17
7.2 FRITURA.....	18
7.3 ANÁLISE SENSORIAL.....	19
8 AVALIAÇÃO DO LOTE DE AMOSTRAS DE BATATA .....	19
8.1 Variedades .....	20
8.2 Amostragem .....	22
8.3 Conservação e transporte.....	24
9 TRATAMENTO ESTATÍSTICO .....	24
<b>IV. RESULTADOS E ANÁLISE CRÍTICA.....</b>	<b>25</b>
10 TEOR DE MATÉRIA SECA.....	28
11 TEOR DE GLUCOSE .....	29

11.1	Pelo método espectofotométrico .....	29
11.2	Pelo medidor do índice de glicemia .....	30
12	ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE O TEOR DE MATÉRIA SECA E O TEOR DE GLUCOSE PELO MÉTODO ESPETROFOTOMÉTRICO.....	31
13	ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE O TEOR DE MATÉRIA SECA E O TEOR DE GLUCOSE PELO MEDIDOR DO ÍNDICE DE GLICÉMI.....	31
14	ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE O TEOR DE GLUCOSE E O ÍNDICE DE GLICÉMI.....	31
14.1	Estudo englobando todas as variedades estudadas .....	32
14.2	Estudo da variedade mais representativa - Asterix .....	33
15	FRITURA E ANÁLISE DE COR.....	33
16	IMPLICAÇÃO DO TEOR DE GLUCOSE NA QUALIDADE DE BATATA FRITA .....	40
<b>V.</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>43</b>
<b>VI.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>45</b>
<b>VII.</b>	<b>ANEXO 1.....</b>	<b>48</b>

## Lista de tabelas

Tabela 1. Identificação das amostras em que se mediu somente a matéria seca.....	23
Tabela 2. Identificação das amostras em que se efetuaram todas as medições .....	23
Tabela 3. Valores para a variedade <i>Asterix</i> .....	25
Tabela 4. Valores para a variedade <i>Red Scarlett</i> .....	26
Tabela 5. Valores para a variedade <i>Manitou</i> .....	26
Tabela 6. Valores para a variedade <i>Shannon</i> .....	26
Tabela 7. Valores para a variedade <i>Red Lady</i> .....	26
Tabela 8. Valores para a variedade <i>Laura</i> .....	27
Tabela 9. Valores para a variedade <i>Agría</i> .....	27
Tabela 10. Valores para a variedade <i>Bella Rosa</i> .....	27
Tabela 11. Valores para a variedade <i>Monalisa</i> .....	27
Tabela 12. Valores para a variedade <i>Mozart</i> .....	27
Tabela 13. Dados estatísticos referentes ao teor de matéria seca (M.S.) em % das 3 variedades predominantes e do total de amostras .....	28
Tabela 14. Dados estatísticos referentes ao teor de glucose (G) em mg/dl das 3 variedades predominantes e para o total de amostras.....	29
Tabela 15. Dados estatísticos referentes ao índice de glicémia (IG) em mg/dl das 3 variedades predominantes e do total de amostras .....	30
Tabela 16. Classificação obtida pela ficha de prova em palitos .....	34
Tabela 17. Classificação obtida pela ficha de prova em rodela.....	35
Tabela 18. Dados estatísticos referentes à cor das 3 variedades predominantes e do total de amostras .....	36

## Lista de figuras

<b>Figura 1.</b> Hidrômetro manual .....	14
Figura 2. Pesagem de batata .....	14
Figura 3. Colocação de hidrômetro com cesto no reservatório .....	15
Figura 4. Medidor de glicemia com a tira inserida (exemplo de um resultado de 105 mg/dl) .....	17
Figura 5. Lavagem de palitos, abundantemente, com água .....	18
Figura 6. Lavagem de rodela, abundantemente, com água .....	19
Figura 7. Curva padrão para cálculo da concentração de glicose .....	29
Figura 8. Curva de correlação entre a concentração de glicose (mg/dl) e o índice de glicemia (mg/dl) em todas as amostras .....	32
Figura 9. Relação entre a concentração de glicose (mg/dl) e o índice de glicemia (mg/dl) na variedade <i>Asterix</i> .....	33
Figura 10. Limite mínimo da classe 1 em palitos (amostra 31, variedade <i>Agria</i> ).....	37
Figura 11. Limite mínimo da classe 1 em rodela (amostra 31, variedade <i>Agria</i> ) .....	37
Figura 12. Limite máximo da classe 1 em palitos (amostra 14, variedade <i>Asterix</i> ) .....	37
Figura 13. Limite máximo da classe 1 em rodela (amostra 14, variedade <i>Asterix</i> ).....	37
Figura 14. Limite mínimo da classe 2 em palitos (amostra 2, variedade <i>Asterix</i> ) .....	38
Figura 15. Limite mínimo da classe 2, em rodela (amostra 2, variedade <i>Asterix</i> ).....	38
Figura 16. Limite máximo da classe 2 em palitos (amostra 3, variedade <i>Asterix</i> ) .....	38
Figura 17. Limite máximo da classe 2 em rodela (amostra 3, variedade <i>Asterix</i> ).....	38
Figura 18. Limite mínimo da classe 3 em palitos (amostra 25, variedade <i>Manitou</i> ) .....	39
Figura 19. Limite mínimo da classe 3 em rodela (amostra 25, variedade <i>Manitou</i> ).....	39
Figura 20. Limite máximo da classe 3 em palitos (amostra 10, variedade <i>Asterix</i> ) .....	39
Figura 21. Limite máximo da classe 3 em rodela (amostra 10, variedade <i>Asterix</i> ).....	39
Figura 22. Relação entre o teor de glicose na classe de cor das batatas fritas .....	41
Figura 23. Relação entre o índice de glicemia na classe de cor das batatas fritas .....	42

## **Lista de abreviaturas**

**M.S** – Matéria seca

**NADPH** – Nicoriniamida adenina dinucleótido fosfato

**ATP** – Adenosina trifosfato

**CO<sub>2</sub>** – Dióxido de carbono

**RuBP** – Ribulose bifosfato

**PGA** – Ácido 3-fosfoglicérido

**GAL3P** – Gliceraldeído 3-fosfato

**Ru5P** – Ribulose 5-fosfato

**H<sub>2</sub>O** – Água

**C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>** – Glucose

**(C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>n</sub>** – Celulose

**D** – Densidade

**W<sub>0</sub>** – Peso das batatas expostas ao ar

**W<sub>u</sub>** – Peso das batatas imersas em água

**DNS** – Dinitrosalacílico

**NaOH** – Hidróxido de sódio

## I. Introdução

O consumidor é, hoje, quem comanda os mercados, quem lidera e cria a necessidade de se produzir um determinado produto com certas características. Esta é uma tendência que se verifica não só no setor agrícola, mas de um modo geral em todos os setores. O produtor tem como desafio produzir o que o consumidor procura e é assim que consegue tornar-se uma garantia, uma mais valia e, acima de tudo, fixar clientes e satisfazer os seus desejos. O consumidor dos dias de hoje é um consumidor exigente e o próprio país tem também critérios de qualidade muito rigorosos.

A grande superfície comercial *Grupo Jerónimo Martins* (GJM) deparou-se com uma questão que pretende resolver – a batata destinada à fritura apresenta uma qualidade muito variável. De modo a resolver esta questão, a empresa quis encontrar uma maneira rápida e económica de, dentro do armazém, conseguir avaliar se a batata tem ou não a qualidade exigida para se destinar à fritura.

Este trabalho pretende dar um contributo para a resolução desta questão, sendo o principal objetivo estabelecer os parâmetros definidores de qualidade de batata para fritar e quais as formas expeditas para a avaliar. O trabalho visa atingir cinco objetivos específicos: definir os parâmetros de qualidade do tubérculo da batata para fritar; estabelecer metodologias analíticas expeditas para o teor de amido; estabelecer metodologias analíticas para os teores de açúcares redutores; parametrizar o aparelho de medição expedita; e validar os métodos expeditos de determinação do teor de amido e de açúcares redutores em batata de diversos lotes.

Numa primeira fase começou por se estudar a cultura da batata na generalidade, nomeadamente a sua composição e foram estabelecidos os parâmetros de qualidade. Num primeiro contacto com o GJM foram delineados quais os fornecedores e as variedades que iriam ser incluídas no estudo. A partir daí foram realizadas visitas regulares ao GJM, de modo a recolher as informações consideradas relevantes e, fundamentalmente, para recolha do material e realização das medições necessárias. Em paralelo, no Instituto Superior de Agronomia (ISA), foram realizadas as determinações analíticas das mesmas amostras.

## II. Revisão bibliográfica

### 1. A planta: crescimento e tuberização

São cerca de 5000 as variedades de batata conhecidas, sendo a maioria das variedades cultivadas pertencentes à espécie *Solanum tuberosum* (Burlingame *et al.*, 2009).

Ao contrário das outras Solanáceas a batata é cultivada a partir dos tubérculos (Almeida, 2006). É nos tubérculos que se encontra o valor alimentar da planta (Rousselle *et al.*, 1999). Comercialmente, utiliza-se a batata de semente, os brotos do tubérculo crescem e formam caules aéreos. Subterraneamente, é formado o sistema radicular adventício e superficial. Os caules subterrâneos podem ser estolhos ou tubérculos, sendo que o tubérculo é um caule modificado, formado na extremidade por um estolho capaz de acumular amido como substância de reserva (Almeida, 2006). A acumulação de amido ocorre em todos os tecidos jovens do tubérculo e os grânulos são pequenos, redondos e abundantes (Rousselle *et al.*, 1999).

O ciclo cultural da batata divide-se nas seguintes fases: pré-abrolhamento, que ocorre antes da plantação; emergência, podendo o abrolhamento coincidir com a fase de emergência; tuberização, que ocorre desde o crescimento da parte aérea até ao início da formação dos tubérculos; início da floração, em que continua o crescimento da parte aérea a par do crescimento dos tubérculos; maturação dos tubérculos; e por fim a dormência dos tubérculos. O desenvolvimento da parte aérea inicia-se aquando da emergência e permite o estabelecimento do aparelho fotossintético da batateira (Almeida, 2006).

A tuberização inicia-se quando o estolho subterrâneo cessa o seu crescimento e começa a acumular amido na região apical. São três as fases que se seguem na formação dos tubérculos: a iniciação da tuberização, em que ocorre a diferenciação do primórdio de tubérculo na ponta do estolho; o crescimento do tubérculo com acumulação de amido; e a maturação, fase em que se dá a consolidação da periderme e o tubérculo entra em dormência. Cada cultivar é influenciada pelo fotoperíodo, pela temperatura e pela área foliar. A formação dos tubérculos é favorecida por dias curtos (< 14 horas) e temperaturas do solo moderadas (15 a 18 °C) (Almeida, 2006).

Da matéria seca total produzida pela planta, 75 a 85 % é acumulada nos tubérculos (Rousselle *et al.*, 1999).

## 2. Produção de fotoassimilados nas folhas

Com o início do desenvolvimento da parte aérea é estabelecido o aparelho fotossintético. Os compostos de carbono produzidos fotossinteticamente constituem 95 % da matéria seca dos tubérculos. Assim, a fotossíntese determina o rendimento e é também a partir dos produtos da fotossíntese que a planta adquire a energia e os materiais necessários para o crescimento da parte aérea (Rousselle *et al.*, 1999).

Na batata a temperatura ótima para a fotossíntese é de 20 °C. A partir desse ótimo cada aumento de 5 °C ou diminuição de 10 °C traduz-se numa diminuição de cerca de 25 % no rendimento fotossintético (Rousselle *et al.*, 1999).

A fotossíntese é um complexo processo biológico cuja primeira etapa consiste na absorção de luz pelos pigmentos clorofila e carotenóides e formação de estados excitados desses mesmos pigmentos. A energia é transferida até um complexo clorofila-proteína especializado, o centro de reação, onde se inicia uma série de reações de oxidação-redução, que levam à produção de NADPH e ATP, que fornecem a energia para a redução do CO<sub>2</sub> (Halpern, 1997).

A fotossíntese divide-se em duas fases: a fase luminosa, em que ocorre transformação de energia luminosa em energia química, com formação de ATP e NADPH; e a fase escura, em que ocorre uma série de reações que permitem a redução de CO<sub>2</sub> a glúcidos, a partir de ATP e NADPH formados durante a fase luminosa (Campos, 1998).

O Ciclo de Calvin envolve três etapas: uma carboxilação, uma redução e uma regeneração do substrato inicial. Num ciclo completo 3 moléculas de 1,5 ribulose bifosfato (RuBP) são carboxiladas, formando-se 6 moléculas de ácido 3-fosfoglicérido (PGA), que são convertidas em 6 moléculas de gliceraldeído 3-fosfato (GAL3P). Durante a regeneração, o fosfato de triose sofre uma série de isomerizações, condensações e rearranjos, resultando na conversão de 5 moléculas de GAL3P em 3 moléculas de ribulose bi-fosfato (Ru5P). Finalmente, a fosforilação desta pelo ATP regenera o substrato de carboxilação a RuBP completando o ciclo. Das 6 moléculas de GAP3P, 5 são utilizadas para regenerar 3 moléculas de RuBP, sendo a sexta utilizada para sintetizar glucose-6-P, que resulta na síntese de amido, ou então é exportada para o citoplasma, sintetizando sacarose. A adição de CO<sub>2</sub> à RuBP é catalisada pela enzima Rubisco. O carbono produzido em excesso pelo ciclo de Calvin é encaminhado para a produção de sacarose e amido (Quintas *et al.*, 2008).

### 3. Composição química da batata

A batata é constituída essencialmente (cerca de  $\frac{3}{4}$  da sua massa) por água, sendo a outra quarta parte matéria seca. Dentro da matéria seca insere-se uma elevada quantidade de glúcidos (essencialmente amido), uma pequena porção de proteínas, muito poucos lípidos e ainda ácidos orgânicos e outros constituintes (Rousselle *et al.*, 1999).

O teor em matéria seca está sujeito a grandes variações devido, principalmente, à variedade e à influência das condições agroclimáticas e técnicas culturais (Rousselle *et al.*, 1999). Um stress em água tende a influenciar negativamente os níveis de matéria seca e consequentemente de amido, especialmente quando acompanhado de altas temperaturas. Texturas de solo medianas, solos com boa retenção de água e disponibilidade nutritiva induzem os altos teores de matéria seca. Os tubérculos que são deixados no solo depois da queda da folhagem tendem a perder matéria seca, visto que o amido é convertido em açúcares redutores no processo da respiração (Stark *et al.*).

Os compostos azotados representam cerca de 2 % do peso da matéria fresca e são essencialmente constituídos por proteínas, aminoácidos livres e bases azotadas. A concentração de proteínas do tubérculo pode ser modificada por alguns fatores do meio, como viroses ou carência de potássio, ainda que a concentração de aminoácidos se mantenha estável. A conservação dos tubérculos afeta pouco o seu teor. Os aminoácidos livres encontram-se igualmente na fração solúvel e apresentam uma boa complementaridade com os aminoácidos da constituição das proteínas. O seu teor pode ser afetado por fertilizações azotadas, carências de potássio ou pelo envelhecimento durante a conservação (Rousselle *et al.*, 1999).

Os tubérculos contêm também substâncias azotadas não proteicas como a colina, as bases púricas e pirimídicas, algumas vitaminas, assim como alcalóides piridínicos e esterólicos. O teor de nitratos é influenciado pela variedade, pelas condições de crescimento e, sobretudo, pelas elevadas aplicações de fertilizantes azotados (Rousselle *et al.*, 1999).

Os lípidos estão presentes em pequena quantidade na batata e dividem-se em 35 % de fosfolípidos, 40 % de glicolípidos e 25 % de lípidos neutros. O teor em ácidos gordos totais diminui durante o ciclo vegetativo e volta a aumentar durante a conservação. Os carotenóides presentes são os pigmentos responsáveis pela coloração amarela da pele e da polpa dos tubérculos (Rousselle *et al.*, 1999).

### 3.1 Glúcidos

Os glúcidos encontram-se nos vegetais e são sintetizados no processo da fotossíntese, a partir de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  e energia solar e representam a maior parte da matéria seca (Arnaud, 1978). Os mais simples, as oses, são moléculas com somente três átomos de carbono, enquanto os mais complexos, os ósidos, se formam por polimerização de glúcidos mais pequenos. As funções principais estão relacionadas com a obtenção e a reserva energética em quase todos os seres vivos, servindo ainda como suporte estrutural em plantas, animais e alguns microrganismos (Quintas *et al.*, 2008). Muitos destes compostos constituem uma fonte de energia para os organismos vivos, ou imediatamente utilizável - glucose, ou como reserva energética - amido ou glicogénio (Campos, 1998). No tubérculo há um equilíbrio entre amido e açúcares solúveis (sacarose, glucose e frutose) variável durante o ciclo vegetativo e o período de conservação. A celulose e outras substâncias péticas são também glúcidos importantes (Rousselle *et al.*, 1999).

### 3.2 Açúcares solúveis

A sacarose é elaborada pela folhagem como consequência do processo fotossintético, convertendo-se em glucose (Rousselle *et al.*, 1999). A sacarose é degradada por ação das enzimas invertase ou sacarose-sintase. Ambas se encontram em qualquer tecido onde os compostos resultantes da fotossíntese possam ser consumidos; a glucose e a frutose aí originadas já não regressam ao floema (Campos, 1998).

A glucose,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , é a principal fonte de energia da maior parte dos organismos e é um dos glúcidos mais simples que, por condensação, forma substâncias de peso molecular muito mais elevado - a celulose,  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$  - que constitui as paredes das células vegetais, ou o amido, que serve de reserva para o crescimento da planta (Arnaud, 1978).

Devido à estreita relação existente entre o amido e os açúcares redutores, qualquer alteração ambiental que afete o teor de matéria seca, afeta também o nível de açúcares. Deste modo, as variedades com baixo teor de matéria seca são geralmente mais ricas em açúcares redutores do que as de elevado teor. Carências de água tardias induzem também o aumento dos açúcares redutores, ao mesmo tempo que induzem a diminuição da matéria seca (Stark *et al.*). Elevadas aplicações de azoto supõem um aumento da quantidade dos açúcares redutores (Rousselle *et al.*, 1999).

Normalmente, os tubérculos no início do seu desenvolvimento apresentam um alto teor de açúcares visto que a quantidade que provém das folhas excede a quantidade que é convertida em amido. Com o desenvolvimento da cultura, o teor de açúcares decresce, atinge valores mínimos aquando da queda da folhagem, denominando-se esta etapa de maturação fisiológica. Nos tubérculos que são deixados no solo, depois da queda da folhagem, ocorre acumulação de açúcares redutores, visto que o amido se converte em açúcares no processo da respiração (Stark *et al.*). Todos os fatores que retardem a maturação favorecem também o aumento dos açúcares redutores (chuva forte, baixas temperaturas, fertilização nitrogenada excessiva) (Rousselle *et al.*, 1999).

Durante a conservação a baixas temperaturas, como se verá à frente em mais detalhe, o teor de açúcares redutores aumenta também rapidamente devido à hidrólise parcial do amido. Assim, o aumento do teor de açúcares pode ser causado pelo envelhecimento fisiológico do tubérculo depois de um período prolongado de armazenamento (Rousselle *et al.*, 1999).

### 3.3 Amido

O amido constitui cerca de  $\frac{3}{4}$  dos glúcidos presentes na matéria seca. É composto por 21 a 25 % de amilose e 75 a 79% de amilopectina, sendo que a amilose é constituída por unidades de glucose unidas por cadeias lineares, enquanto a amilopectina é formada por múltiplas ramificações de 20 a 30 unidades de glucose (Rousselle *et al.*, 1999).

O amido forma-se nos cloroplastos a partir da sacarose, formada no citosol. São estes os compostos que irão fornecer a energia para todas as biossínteses, contudo antes necessitam passar por uma fase de degradação e oxidação mitocondrial. A síntese de amido processa-se quer nas folhas quer nos órgãos de reserva. Nas folhas a capacidade de armazenamento é limitada, formando-se aí reservas a curto prazo. A síntese nos tubérculos prolonga-se por alguns meses e constitui reservas de longo prazo. A acumulação de amido no cloroplasto ocorre na presença de luz e a degradação ocorre logo que se verifica ausência de luz, sendo os produtos da hidrólise exportados para o citoplasma, através da membrana (Campos, 1998).

O metabolismo do amido nos cloroplastos caracteriza-se por alternâncias rápidas entre a síntese e a degradação. A degradação ocorre quando a taxa de fotossíntese é baixa ou nula e está diretamente relacionada com a capacidade de exportação para o citoplasma.

O metabolismo deste amido transitório está também intimamente relacionado com o da sacarose das folhas (Campos, 1998).

No geral, a hidrólise do amido requer a atividade conjunta de hidrolases, que rompem as ligações glicosídicas com intervenção da água, e de fosforilases, que em vez de elementos da molécula de água introduzem um grupo fosfato e originam uma ose-monofosfato. Tem-se verificado que nos cloroplastos predomina a atividade da fosforilase. As fosforilases são exoenzimas que provocam a rutura a partir da extremidade não redutora da cadeia. As hidrolases podem ser endoenzimas, como a  $\alpha$ -amilase que podem promover a hidrólise em pontos mais internos ou mais externos da cadeia e provocar uma rápida despolimerização, ou exoenzimas que, tal como as fosforilases, provocam a rutura a partir da extremidade não redutora (Campos, 1998). Os produtos da degradação do amido são exportados para o citoplasma e a enzima sacarose sintase catalisa a conversão do amido em sacarose. Consequentemente, uma proporção dessa sacarose é hidrolisada em glucose e frutose pela enzima intertase (Jayanty, 2008).

#### **4. Qualidade do tubérculo**

A qualidade do tubérculo é determinada por diversos parâmetros, sendo fundamentais o tamanho do tubérculo, a ausência de doenças ou defeitos, a aparência, o sabor e a textura (Stark *et al.*). Estas três últimas características são de extrema importância. Enquanto propriedades organolépticas, a aparência (forma e tamanho do tubérculo, número e profundidade dos olhos, cor da pele e polpa, ausência de defeitos) destaca-se visualmente e constitui a característica principal com implicação na decisão do consumidor; o sabor (flavor), apesar de ser uma característica apenas detetada após consumo é de extrema importância, percebida pelo gosto e em parte pelo olfato e que afetará a decisão do consumidor de voltar ou não a consumir o produto provado; e a textura (resistência, consistência ao trincar, etc.) destacada pelo tato. De salientar que este é um dos parâmetros sensoriais com maior influência no processamento (Rousselle *et al.*, 1999).

A qualidade deve ainda estar relacionada com a preferência culinária do consumidor, ou com a adaptabilidade às exigências do mercado (Stark *et al.*).

## **5. Conservação da batata.**

Antes do armazenamento a batata deve ser curada, de modo a promover a cicatrização de ferimentos e reduzir a taxa respiratória. A cura deve realizar-se a uma temperatura de 20 °C (15 °C nas primeiras duas semanas para minimizar podridões) e humidade relativa de 80 a 100 %. De modo a evitar o abrolhamento prematuro devem manter-se os níveis de etileno baixos e recorrer a inibidores de abrolhamento. As temperaturas de armazenamento devem ser de 7 a 10 °C para a batata de consumo em fresco e de 10 a 20 °C para a batata destinada a fritar (Almeida, 2006).

O controlo da temperatura é um fator extremamente importante e que afeta a qualidade da batata durante o armazenamento. Armazenar a baixas temperaturas ajuda a prevenir o abrolhamento prematuro e evita o aparecimento de doenças. Contudo, as baixas temperaturas (da ordem dos 10 °C) resultam numa acumulação de açúcares redutores no tubérculo. Se o armazenamento for feito a temperaturas ligeiramente mais elevadas (até aos 12 °C) consegue evitar-se esta acumulação. Perante baixas temperaturas o amido é convertido maioritariamente em sacarose, dissacarídeo este que, como já foi dito anteriormente, resulta em glucose e frutose (Jayanty, 2008). A Vegetable Crops Research Service chegou à conclusão que diminuindo a ação da enzima invertase se tornaria possível armazenar a baixas temperaturas, sem comprometer a qualidade e características das batatas (Potato Pro).

## **6. Qualidade da batata para fritar**

A qualidade da batata deve ainda ser equacionada atendendo ao fim a que se destina. Uma batata com boa aptidão para a fritura exige outras características comparativamente com uma batata com outros fins culinários. Por exemplo uma batata que se destine à fritura requer altos valores de matéria seca e baixos teores de açúcares redutores, enquanto que batatas destinadas à cozedura requerem valores mais baixos de matéria seca (Potato Pro). Quanto mais elevados forem os valores de matéria seca maior a qualidade da transformação e, conseqüentemente, do produto. Ao apresentarem baixos valores de matéria seca, as batatas, após a fritura, ficam moles ou muito húmidas. Se o teor de matéria seca for excessivamente alto as batatas fritas serão demasiado duras e secas. Os teores de matéria seca ideais para batata para fritar situam-se entre 20 e 24 % (Haverkort *et al.*, 2002; Netherlands potato consultative foundation). Segundo a Netherlands Potato Consultative Foundation (NPCF) e a Potato Pro, o teor de açúcares redutores de

batatas destinadas à fritura não deve exceder os 0,5 % do peso fresco, nas batatas para palitos (*french fries*) e os 0,3 % do peso fresco, nas batatas para rodela (*chips*). Deste modo, neste trabalho toma-se como referência o valor intermédio limite de 0,4 %.

As batatas fritas são dos produtos que apresentam as mais elevadas concentrações de acrilamida. A presença dos precursores de acrilamida - açúcares redutores e asparagina – são os responsáveis pela sua formação durante a *Reação de Maillard* (Palazoglu *et al.*, 2010). Durante este fenómeno, os açúcares redutores reagem com os aminoácidos durante a desidratação, a esterilização ou a fritura, dando alterações de cor prejudiciais para a apresentação dos produtos terminados (Rousselle *et al.*, 1999). A *Reação de Maillard* não é encarada como uma reação isolada, mas sim como um complexo caminho em que os aminoácidos livres e os açúcares redutores (glucose e frutose no caso da batata) estão envolvidos. A reação é dividida em 3 etapas, a primeira etapa é iniciada com a condensação de um grupo carbonilo com um composto amino, sendo formados produtos diferentes consoante o açúcar seja uma aldose (glucose) ou uma cetose (frutose). Seguidamente aumenta a desidratação dos açúcares e ocorre a fragmentação dos produtos. Nesta fase também os aminoácidos sofrem desaminação e descarboxilação. Seguida esta reação ocorre degeneração do sabor, sendo que azoto e enxofre são introduzidos na reação final da *Reação de Maillard*. Se as batatas forem submetidas a elevadas temperaturas e quanto maior a duração da exposição, maior será a atividade da *Reação de Maillard* (Hase, 2008).

Após a fritura em óleo a elevadas temperaturas, os açúcares redutores, para além da coloração escura, causam também um sabor amargo. Segundo Kita *et al.* (2007), temperaturas do óleo de fritura acima dos 175 °C favorecem a formação de acrilamida. A reação acontece quando o grupo carbonilo do açúcar redutor reage com o grupo amina de um aminoácido livre durante a fritura (Jayanty, 2008).

### III. Material e métodos

Atendendo a que os parâmetros mais importantes na definição de qualidade de batata para fritar são o teor de amido e o teor de açúcares redutores, o presente trabalho pretende estabelecer metodologias expeditas de avaliação destes parâmetros. Assim, foram seguidas as seguintes metodologias:

- A determinação do teor de amido foi efetuada de forma direta a partir do teor de matéria seca;
- O teor de açúcares redutores foi determinado por metodologias correntes, sendo os respetivos resultados correlacionados com valores do teor de glucose, medidos por aparelho de medição expedita;
- A fritura foi realizada em condições pré-estabelecidas e avaliada sensorialmente.

## 7. Métodos

### 7.1 Medição do teor de matéria seca

O princípio de Arquimedes diz que qualquer corpo imerso num fluido fica sujeito, da parte deste, a uma força vertical (impulsão), exercida de baixo para cima, igual ao peso do volume de fluido deslocado (Costa *et al.*, 1993). Sabemos também que a percentagem de matéria seca está diretamente relacionada com a densidade e no International Starch Institute são já fornecidas as fórmulas que permitem a conversão de matéria seca em densidade e vice-versa.

$$d = W_0 / (W_0 - W_u) \text{ g/ml}$$

d: densidade

W0: peso das batatas expostas ao ar

$$\% \text{ M.S} = (d - 1,015059) / 0,0046051 \%$$

% M.S.: percentagem de matéria seca

Wu: peso das batatas imersas em água

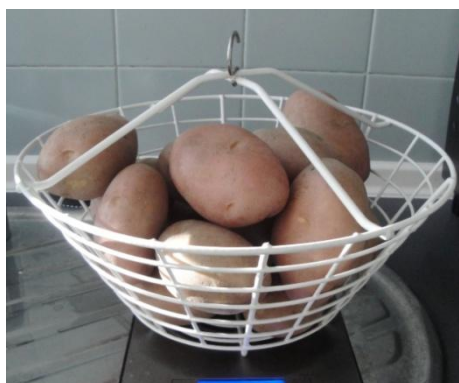
O teor de matéria seca foi determinado utilizando um hidrómetro manual, modelo D4500 (Fig. 1). A escala de medição do aparelho é em percentagem de matéria seca e em densidade das batatas em g/ml. Utilizou-se diretamente a escala em % de matéria seca, que neste aparelho compreende valores entre 17 e 25 %.

O hidrómetro é composto pela escala de medição em bronze, por um globo com gancho, por um cesto e por um peso em aço inoxidável. Para a correta utilização do hidrómetro é necessário um reservatório onde este possa flutuar.

Segundo as indicações do aparelho, foram pesados no cesto 3,63 kg de amostra de batata, sendo permitido cortar uma batata caso houvesse necessidade de acertar o peso. Utilizou-se uma balança de cozinha modelo *Taurus easy inox* (Fig. 2) para realizar a pesagem. Seguidamente, o cesto com as batatas foi inserido no reservatório e largado até que este estabilizasse, de modo a fazer-se a leitura direta, sendo o valor indicado na escala pelo nível de água que a atravessa (Fig. 3).



**Figura 1.** Hidrómetro manual



**Figura 2.** Pesagem de batata



**Figura 3.** Colocação de hidrômetro com cesto no reservatório

## **7.2 Medição do teor de glucose**

### **7.2.1 Preparação da amostra**

Foi preparada uma única amostra para ambos os métodos utilizados para medir o teor de glucose, o método espectrofotométrico e o método medidor do índice de glicemia.

Optou-se por fazer uma solução de 2 ou 3 batatas, dependendo das duas dimensões, recorrendo ao robot de cozinha “Bimby” e, de modo a manter a fiabilidade dos dados, realizar as duas medições quase simultaneamente, não havendo assim outros fatores a influenciar.

### **7.2.2 Determinação do teor de glucose por método espectrofotométrico**

O método escolhido a utilizar em laboratório para determinar o doseamento de açúcares redutores foi um método espectrofotométrico, também conhecido por método do DNS (Dinitrosalacílico), com grande aplicabilidade industrial.

De modo a aferir o método, começou-se pela construção de uma curva padrão. Para a construção da curva padrão considerou-se a concentração de 20g/L de glucose e fizeram-se diluições até às concentrações de 10g/L, 5g/L, 2,5g/L e 1,25g/L. Depois de seguidas as várias etapas do protocolo, obtiveram-se 3 leituras de absorvância para cada nível de

concentração. Fez-se a média dessas 3 leituras e foi esse o valor utilizado para obter esta curva padrão.

Na determinação do teor de glicose de cada amostra realizaram-se os mesmos procedimentos do protocolo, tendo-se obtido igualmente 3 leituras de absorvância para cada amostra e, por fim, recorreu-se à equação obtida pela curva padrão de modo a converter as absorvâncias em teor de glicose (g/l). De forma a trabalhar com as mesmas unidades do medidor de glicemia, as concentrações de glicose foram convertidas a mg/dl.

A curva padrão e respetiva reta de regressão são apresentadas nos resultados.

### **Método do ácido dinitrosalicílico - adaptado de Miller (1959)**

#### Preparação do reagente ácido dinitrosalicílico (DNS):

Dissolver a frio 10g de ácido 3,5 – dinitrosalicílico (DNS) em 500 cm<sup>3</sup> de H<sub>2</sub>O e juntar 200 cm<sup>3</sup> de solução NaOH (2N). Juntar aos poucos 300 g de sal de Rochelle. Completar o volume de 1000 cm<sup>3</sup> com água destilada. O reagente deve ser preparado num frasco escuro protegido com papel de alumínio.

#### Procedimentos:

- Pipetear (com micropipeta) para tubos de ensaio 250 µl da amostra ou água para o ensaio em branco;
- Adicionar 1,5 ml de DNS utilizando uma bureta;
- Agitar cada tubo num vortex;
- Colocar os tubos em banho-maria durante 5 minutos rigorosos;
- Transferir os tubos para um banho de água gelada;
- Adicionar 8 ml de água destilada;
- Agitar novamente cada tubo no vortex;
- Ler a absorvância da solução final a 550 nm.

#### Notas:

- Realizar um ensaio em branco, substituindo o volume da amostra por água destilada.
- Os 5 minutos de fervura devem ser controlados rigorosamente com cronómetro, pois isso é fundamental para os resultados. A água deve estar a ferver muito bem antes

da introdução dos tubos de ensaio. Após a colocação dos tubos o tempo começa imediatamente a contar e deve tapar-se o recipiente para que não se perca a fervura. Após os 5 minutos devem retirar-se imediatamente os tubos para dentro de água gelada.

### 7.2.3 Medição do teor de glucose por medidor do índice de glicémia

Os medidores de glicémia funcionam com base na relação entre a glucose e uma enzima (glucose oxidase) que catalisa a oxidação da glucose. A glucose é oxidada em peróxido de hidrogénio e ácido glucónico. A glucose existente no sangue reage com os reagentes químicos presentes no eléctrodo (Mehta *et al*, 2002). Neste trabalho o modelo utilizado foi o “*Freestyle Freedom Lite*”. É um modelo de fácil funcionamento, para a leitura necessita apenas que a tira medidora seja inserida, que seja colocada uma gota da solução na tira, apresentando o medidor automaticamente o resultado no mostrador em mg/dl (Fig. 4). Cada tira medidora só pode ser utilizada uma vez.



**Figura 4.** Medidor de glicémia com a tira inserida (exemplo de um resultado de 105 mg/dl)

## 7.2 Fritura

Os testes de fritura foram feitos numa fritadeira com volume de 3 L, modelo DF30AW-2200W e marca ElectricoCo. Utilizou-se óleo de girassol da marca *Pingo Doce* a uma temperatura entre 170 e 175 °C. Escolheu-se esta temperatura de fritura, porque, como referido na bibliografia, segundo Kita *et al.* (2007) esta é a temperatura que consegue aliar uma boa qualidade do produto final a uma menor probabilidade de formação de acrilamida. Foram realizados dois testes distintos - em batata em palitos e em batata em rodelas - de modo a poder ficar-se com uma melhor perceção das características da batata depois de frita.

Para a fritura dos palitos os tubérculos foram cortados no sentido longitudinal, em paralelepípedos de base quadrangular com cerca de 10 mm de lado, sendo somente seleccionados os palitos centrais com mais de 2,5 cm de comprimento. Em cada teste foram utilizadas cerca de 20 unidades de palito o que equivale a cerca de 60 g. Os palitos foram abundantemente lavados com água (Fig. 5), sendo posteriormente colocados na fritadeira durante 4 minutos, devendo estar a tampa retirada durante este tempo. (adaptado de Gomes, s.d.)

As rodelas foram cortadas com uma espessura entre 1,5 e 2 mm, sendo igualmente utilizadas 10 unidades de rodelas, o que neste caso corresponde a cerca de 35 g, que foram também abundantemente lavadas com água (Fig. 6). O tempo de fritura foi de 3 minutos e igualmente com a tampa retirada (adaptado de Gomes, s.d.).

As batatas depois de fritas foram avaliadas sensorialmente (Ficha de prova no Anexo 1) e fotografadas para possível análise da imagem.



**Figura 5.** Lavagem de palitos, abundantemente, com água



**Figura 6.** Lavagem de rodelas, abundantemente, com água

### **7.3 Análise sensorial**

A avaliação sensorial foi efetuada nas instalações do GJM imediatamente após fritura. Os parâmetros quer para os palitos quer para as rodelas foram: coloração geral, homogeneidade da superfície e homogeneidade da cor das zonas de corte. Para tornar a análise dos dados (tabelas 16 e 17) mais objetivos face aos resultados obtidos, as amostras foram divididas em 3 classes: a classe 1 engloba as batatas com melhores características (cor mais clara e mais homogénea); a classe 2 as batatas com características intermédias; e a classe 3 as batatas com piores características (cor mais escura e menos homogénea). O registo fotográfico procurou-se que fosse realizado em condições semelhantes (mesmo modo e máquina fotográfica, mesma luz e distância).

São apresentadas as fotografias feitas a algumas das amostras, neste caso as fotografias que representam as características limite de cada classe de cor, ou seja, representam a cor mais clara e mais escura de cada classe, de modo a poder ficar-se com uma perceção da gama de cores que cada classe engloba (ver capítulo 15).

## **8 Avaliação do lote de amostras de batata**

O material vegetal é constituído por batata com aptidão para fritura de diversos fornecedores e produtores, não sendo conhecidas as condições de produção, colheita, conservação e transporte. Optou-se por fazer o estudo somente em batata nacional, que começa a chegar ao armazém do GJM em meados de Junho e termina em Setembro. Tentou fazer-se uma amostragem representativa dos diferentes tipos de batata nacional existentes no mercado, o que não foi possível visto que as proporções de variedades

existentes em armazém não eram equitativas, sendo a variedade *Asterix* a variedade predominante. Deste modo, o trabalho foca-se nas medições realizadas a todas as amostras em geral e também nos resultados obtidos na variedade *Asterix*.

## **8.1 Variedades**

As variedades incluídas neste estudo são as seguintes: *Asterix*, *Red Scarlett*, *Manitou*, *Agria*, *Bella Rosa*, *Monalisa*, *Mozart*, *Shannon*, *Red Lady* e *Laura*.

### ***Asterix***

Variedade de casca vermelha e de polpa bastante amarela. Os tubérculos são geralmente de grandes dimensões com forma oval-alongada, com olhos superficiais a bastante superficiais. É habitual atingir produções elevadas e apresentar altos valores de matéria seca. (Netherlands potato consultative foundation).

### ***Red Scarlett***

Variedade de casca vermelha e polpa bastante amarela. Os tubérculos apresentam forma oval a oval-alongada, são normalmente de grandes dimensões e apresentam olhos superficiais. É habitual atingir elevadas produções e valores moderados de matéria seca (Netherlands potato consultative foundation).

### ***Manitou***

Variedade de casca vermelha e polpa amarela clara. Os tubérculos apresentam forma oval a oval alongada e olhos superficiais e são, normalmente, de grandes dimensões. Regra geral, atinge altas produções e apresenta valores de matéria seca moderados (Netherlands potato consultative foundation).

### ***Shannon***

Variedade de casca vermelha e polpa branca. Os tubérculos apresentam forma geralmente oval e os olhos são superficiais. Esta variedade tem uma boa aptidão para ser conservada, o teor de matéria seca é geralmente baixo (ronda os 18,4%) e é habitual atingir altas produções (Irish potato marketing).

### ***Red Lady***

Variedade de casca vermelha e polpa amarela. Os tubérculos são de forma oval e têm olhos superficiais. Atinge elevadas produções e os teores de matéria seca são habitualmente baixos ou intermédios (Solana).

### ***Laura***

Variedade de casca vermelha e polpa amarela. Os tubérculos são de calibre médio a grande, apresentam forma regular, geralmente oval a oval alongada e os olhos são superficiais a muito superficiais. Os rendimentos atingidos por esta variedade são altos (Seed).

### ***Agria***

Variedade de casca e polpa amarelas, com tubérculos que atingem geralmente grandes dimensões, com olhos superficiais. A produção atingida é geralmente bastante alta e conseguem-se bons valores de matéria seca (Netherlands potato consultative foundation).

### ***Bella Rosa***

Variedade de casca vermelha e polpa amarela clara. O tubérculo tem forma oval a oval arredondada, atinge calibres grandes e regulares e apresenta olhos superficiais a semi-superficiais. É habitual atingir rendimentos bastante altos (Seed).

### ***Monalisa***

Variedade de casca amarela e polpa bastante amarela. Os tubérculos, habitualmente grandes, têm forma oval a oval alongada e olhos superficiais. As produções situam-se entre o bom e o moderado, enquanto a matéria seca costuma apresentar valores baixos (Netherlands potato consultative foundation).

### ***Mozart***

Variedade de casca vermelha e polpa bastante amarela. Os tubérculos são geralmente de grandes dimensões, têm forma oval e os olhos são superficiais. As produções atingidas são de medianas a boas, enquanto os valores de matéria seca atingidos são altos (Netherlands potato consultative foundation).

## **8.2 Amostragem**

As amostras, cerca de 4 kg por lote, foram devidamente identificadas com os seguintes dados: variedade, origem, data de embalagem, lote e HF (identificação do fornecedor). O HF 34445 corresponde à *Eurobatata*, o 125779 à *Campotec*, o 22003 à *Bacefrut*, o 3412 à *Batatas Mireense*, o 125760 à *Hortícolas Saturnino*, o 17814 à *Oliveira e Pinho* e o 42827 à *Frusantos*.

Na tabela 1 constam amostras em que foi somente medida a matéria seca (amostras identificadas com letras de A a N). Na tabela 2 estão as restantes amostras, em que se procedeu à totalidade das medições (amostras identificadas com números de 1 a 32). Existem amostras apenas com medição de matéria seca, visto que no início do trabalho os restantes métodos não estavam ainda bem delineados. Ainda assim, havia interesse em

pelo menos nesse parâmetro (matéria seca) conseguir ter dados representativos de toda a campanha de batata nacional. Não foi incluído nas tabelas o número do lote por não se considerar uma informação relevante para este estudo.

**Tabela 1.** Identificação das amostras em que se mediu somente a matéria seca

<b>Amostra</b>	<b>Variedade</b>	<b>HF</b>	<b>Data de colheita – embalagem</b>
<b>A</b>	Asterix	34445	8 Junho - 11 Junho
<b>B</b>	Asterix	125760	11 Junho – 15 Junho
<b>C</b>	Asterix	17814	5 Junho – 18 Junho
<b>D</b>	Asterix	22003	18 Junho – 22 Junho
<b>E</b>	Red Scarlett	125779	9 Junho – 12 Junho
<b>F</b>	Red Scarlett	125779	9 Junho – 14 Junho
<b>G</b>	Red Scarlett	22003	8 Junho – 16 Junho
<b>H</b>	Red Scarlett	3412	6 Junho – 16 Junho
<b>I</b>	Agria	3412	13 Junho – 16 Junho
<b>J</b>	Agria	17814	17 Junho – 18 Junho
<b>L</b>	Monalisa	34445	5 Junho - 11 Junho
<b>M</b>	Bella Rosa	42827	16 Junho – 17 Junho
<b>N</b>	Mozart	34445	15 Junho - 21 Junho

**Tabela 2.** Identificação das amostras em que se efetuaram todas as medições

<b>Amostra</b>	<b>Variedade</b>	<b>HF</b>	<b>Data de colheita – embalagem</b>
<b>1</b>	Asterix	34445	11 Junho – 18 Junho
<b>2</b>	Asterix	34445	13 Junho - 20 Junho
<b>3</b>	Asterix	125760	18 Junho – 23 Junho
<b>4</b>	Asterix	3412	20 Junho – Julho
<b>5</b>	Asterix	22003	29 Junho – 4 Julho
<b>6</b>	Asterix	125760	23 Julho – 26 Julho
<b>7</b>	Asterix	34445	29 Junho – 26 Julho
<b>8</b>	Asterix	22003	25 Julho – 3 Agosto
<b>9</b>	Asterix	3412	19 Julho – Agosto
<b>10</b>	Asterix	125760	1 Agosto – 3 Agosto
<b>11</b>	Asterix	34445	20 Julho – 7 Agosto
<b>12</b>	Asterix	125779	2 Agosto – 6 Agosto

Cont.

Continuação			
13	Asterix	125760	1 Agosto – 15 Agosto
14	Asterix	34445	23 Julho – 18 Agosto
15	Asterix	125779	3 Agosto – 20 Agosto
16	Asterix	34445	31 Julho – 22 Agosto
17	Asterix	34445	7 Agosto – 23 Agosto
18	Asterix	22003	27 Maio – 23 Agosto
19	Red Scarlett	125779	18 Junho – 27 Junho
20	Red Scarlett	125779	27 Julho – 1 Agosto
21	Red Scarlett	125779	16 Junho – 3 Agosto
22	Red Scarlett	125779	23 Junho – 21 Agosto
23	Red Scarlett	22003	14 Agosto – 21 Agosto
24	Manitou	34445	13 Junho – 15 Junho
25	Manitou	34445	18 Junho - 22 Junho
26	Manitou	34445	20 Junho – 31 Julho
27	Manitou	34445	29 Julho – 15 Agosto
28	Shannon	34445	11 Junho – 15 Junho
29	Red Lady	34445	13 Junho – 16 Junho
30	Laura	22003	20 Junho – 22 Junho
31	Agria	3412	2 Julho – Julho
32	Bella Rosa	125779	28 Junho – 3 Julho

### 8.3 Conservação e transporte

Logo após a recolha da amostra procedeu-se à medição da matéria seca e à fritura dos tubérculos nas instalações do GJM. Para uma maior fiabilidade dos resultados o transporte das amostras foi feito de imediato para o laboratório do ISA onde foi realizada a medição dos açúcares redutores, através dos métodos escolhidos, que será explicado adiante.

## 9 Tratamento estatístico

O tratamento estatístico dos resultados foi efetuado com recurso ao software Excel e Statística™ v.8.0 da Statsoft (2007).

#### IV. Resultados e análise crítica

Nas tabelas 3 a 12 são apresentados os valores de matéria seca, glucose, índice de glicémia e classe de cor para cada variedade em separado. Ressalva-se que para chegar ao valor da classe de cor se utilizaram os valores descritos no capítulo 15.

**Tabela 3.** Valores para a variedade *Asterix*

Amostra	MS (%)	Glucose (mg/dl)	Glicémia (mg/dl)	Classe de cor
A	22,6			
B	22			
C	19,6			
D	21,4			
1	24,8	213	169	2
2	24,4	71	118	2
3	19	151	185	2
4	18	131	66	1
5	23,8	382	291	2
6	20	<b>805</b>	<b>416</b>	3
7	24,6	<b>748</b>	<b>406</b>	3
8	24	302	120	2
9	20	131	79	2
10	20	<b>1557</b>	<b>472</b>	3
11	23,6	<b>244</b>	<b>78</b>	1
12	25	300	59	1
13	25	<b>1350</b>	377	3
14	23	185	70	1
15	25	<b>447</b>	299	2
16	23,4	205	184	3
17	23	132	131	1
18	23,6	89	29	1

**Classe de cor:** 1 - cor clara e homogeneidade; 2 - cor e homogeneidade intermédias; 3 - cor escura e heterogeneidade.

A negrito evidenciam-se os valores que excedem os 400 mg/dl, como descrito no capítulo 11.

**Tabela 4.** Valores para a variedade *Red Scarlett*

<b>Amostra</b>	<b>MS (%)</b>	<b>Glucose (mg/dl)</b>	<b>Glicémia (mg/dl)</b>	<b>Classe de cor</b>
<b>E</b>	18,8			
<b>F</b>	17,6			
<b>G</b>	20,6			
<b>H</b>	19,8			
<b>19</b>	18	1	80	2
<b>20</b>	18,2	207	52	1
<b>21</b>	19,2	279	134	2
<b>22</b>	21,4	9	38	2
<b>23</b>	20,6	79	150	2

**Classe de cor:** 1 - cor clara e homogeneidade; 2 - cor e homogeneidade intermédias; 3 - cor escura e heterogeneidade.

**Tabela 5.** Valores para a variedade *Manitou*

<b>Amostra</b>	<b>MS (%)</b>	<b>Glucose (mg/dl)</b>	<b>Glicémia (mg/dl)</b>	<b>Classe de cor</b>
<b>24</b>	20	247	217	2
<b>25</b>	18	231	218	3
<b>26</b>	20	<b>1581</b>	<b>494</b>	3
<b>27</b>	21,8	328	94	1

**Classe de cor:** 1 - cor clara e homogeneidade; 2 - cor e homogeneidade intermédias; 3 - cor escura e heterogeneidade.

A negrito evidenciam-se os valores que excedem os 400 mg/dl, como descrito no capítulo 11.

**Tabela 6.** Valores para a variedade *Shannon*

<b>Amostra</b>	<b>MS (%)</b>	<b>Glucose (mg/dl)</b>	<b>Glicémia (mg/dl)</b>	<b>Classe de cor</b>
<b>28</b>	19,6	148	176	2

**Classe de cor:** 1 - cor clara e homogeneidade; 2 - cor e homogeneidade intermédias; 3 - cor escura e heterogeneidade.

**Tabela 7.** Valores para a variedade *Red Lady*

<b>Amostra</b>	<b>MS (%)</b>	<b>Glucose (mg/dl)</b>	<b>Glicémia (mg/dl)</b>	<b>Classe de cor</b>
<b>29</b>	19,6	214	222	2

**Classe de cor:** 1 - cor clara e homogeneidade; 2 - cor e homogeneidade intermédias; 3 - cor escura e heterogeneidade.

**Tabela 8.** Valores para a variedade *Laura*

<b>Amostra</b>	<b>MS (%)</b>	<b>Glucose (mg/dl)</b>	<b>Glicémia (mg/dl)</b>	<b>Class de cor</b>
<b>30</b>	22	9	107	2

**Classe de cor:** 1 - cor clara e homogeneidade; 2 - cor e homogeneidade intermédias; 3 - cor escura e heterogeneidade.

**Tabela 9.** Valores para a variedade *Agria*

<b>Amostra</b>	<b>MS (%)</b>	<b>Glucose (mg/dl)</b>	<b>Glicémia (mg/dl)</b>	<b>Classe de cor</b>
<b>I</b>	22,8			
<b>J</b>	25			
<b>31</b>	23,6	81	33	1

**Classe de cor:** 1 - cor clara e homogeneidade; 2 - cor e homogeneidade intermédias; 3 - cor escura e heterogeneidade.

**Tabela 10.** Valores para a variedade *Bella Rosa*

<b>Amostra</b>	<b>MS (%)</b>	<b>Glucose (mg/dl)</b>	<b>Glicémia (mg/dl)</b>	<b>Classe de cor</b>
<b>M</b>	20,6			
<b>32</b>	21,4	<b>544</b>	343	2

**Classe de cor:** 1 - cor clara e homogeneidade; 2 - cor e homogeneidade intermédias; 3 - cor escura e heterogeneidade.

A negrito evidenciam-se os valores que excedem os 400 mg/dl, como descrito no capítulo 11.

**Tabela 11.** Valores para a variedade *Monalisa*

<b>Amostra</b>	<b>MS (%)</b>
<b>L</b>	20,7

**Classe de cor:** 1 - cor clara e homogeneidade; 2 - cor e homogeneidade intermédias; 3 - cor escura e heterogeneidade.

**Tabela 12.** Valores para a variedade *Mozart*

<b>Amostra</b>	<b>MS (%)</b>
<b>N</b>	21,8

**Classe de cor:** 1 - cor clara e homogeneidade; 2 - cor e homogeneidade intermédias; 3 - cor escura e heterogeneidade.

## 10 Teor de matéria seca

Na totalidade das amostras os valores de matéria seca mostraram-se muito inconstantes. Ainda assim, à frente conseguem encontrar-se algumas conclusões referentes a diferenças encontradas nas diversas variedades.

**Tabela 13.** Dados estatísticos referentes ao teor de matéria seca (M.S.) em % das 3 variedades predominantes e do total de amostras

<b>Variedade</b>	<b>Média</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Desvio-padrão</b>
Asterix	22,79 <sup>a</sup>	18	25	2,29
Red Scarlett	19,48 <sup>a,b</sup>	18	21,4	1,49
Manitou	19,95 <sup>b</sup>	18	20	1,55
Total de amostras	21,68	18	25	2,29

Diferença significativa calculada pelo teste de Scheffe ( $p=0,05$ )

**a:** significativamente diferente a **b** e significativamente semelhante a **a,b**

**a,b:** significativamente semelhante a **a** e a **b**

**b:** significativamente diferente a **a** e significativamente semelhante a **a,b**

Os valores de matéria seca da variedade *Asterix* oscilaram bastante - em 22 amostras os valores oscilaram entre 18 e 25 % (Tabela 13). As amostras C, 3 e 4 encontram-se abaixo do intervalo considerado ideal - 20 a 24 % (Haverkort *et al.*, 2002; NPCF), enquanto as amostras 1, 2, 7, 12, 13 e 15 superam esse intervalo (Tabela 3). A média das amostras é elevada, 22,79 % (Tabela 13), o que comprova o que foi anteriormente dito na bibliografia, que a variedade *Asterix* atinge habitualmente altos valores de matéria seca (NPCF).

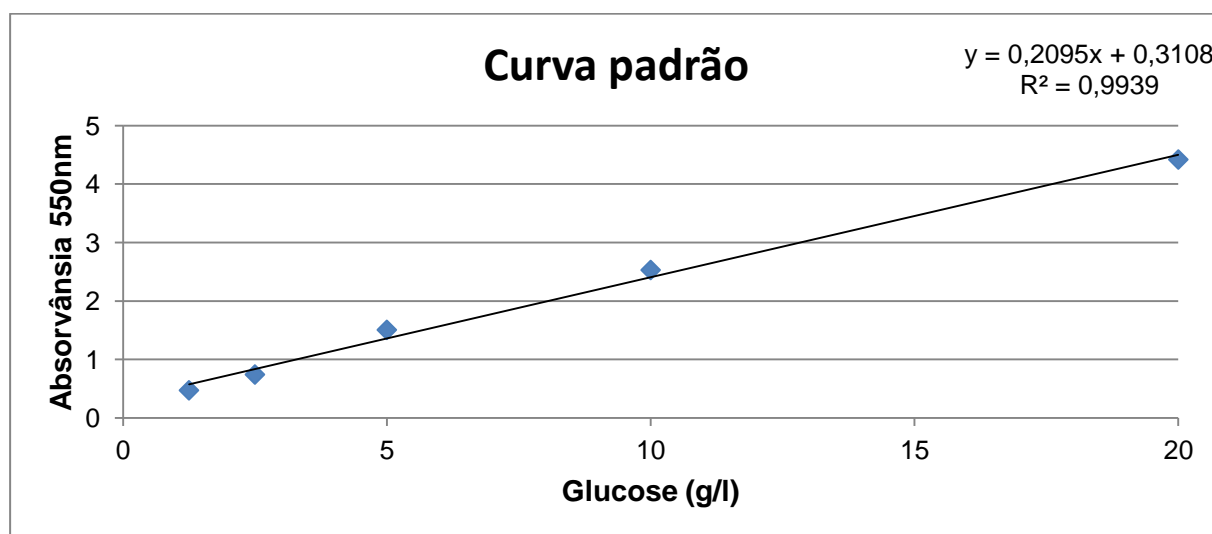
Os valores de matéria seca da variedade *Red Scarlett* notaram-se claramente mais baixos, o que foi também anteriormente dito com base na bibliografia. Segundo a NPCF a variedade *Red Scarlett* atinge normalmente valores moderados de matéria seca. Em 9 amostras os valores de matéria seca oscilam entre 18 % e 21,4 %. A maioria das amostras, assim como a média, encontram-se abaixo do intervalo ideal, ou seja, abaixo de 20 % (Tabelas 4 e 13) (Haverkort *et al.*, 2002; NPCF).

Das quatro amostras da variedade *Manitou*, uma delas - amostra 25 - apresenta valor de matéria seca abaixo do ideal (Tabela 5). Segundo a NPCF a variedade atinge

habitualmente valores de matéria seca moderados, o que coincide com os resultados e com a média de 19,95 % (Tabela 13). Ainda assim, quatro amostras são poucas para fazer uma caracterização rigorosa.

## 11 Teor de glucose

### 11.1 Pelo método espetofotométrico



**Figura 7.** Curva padrão para cálculo da concentração de glucose

O coeficiente de determinação obtido pela construção da curva padrão (Fig. 7) confirmou a validade do método e mostrou que o método espetofotométrico explica em 99,39 % dos casos a exata concentração de glucose. Pela regressão linear conseguiu determinar-se a equação da reta e a partir dessa reta conseguiu chegar-se à concentração de glucose em g/l.

**Tabela 14.** Dados estatísticos referentes ao teor de glucose (G) em mg/dl das 3 variedades predominantes e para o total de amostras

Variedade	Média	Mínimo	Máximo
Asterix	413,64 <sup>a</sup>	71	1557
Red Scarlett	115,10 <sup>a</sup>	1	279
Manitou	596,75 <sup>a</sup>	231	1581
Total de amostras	356,38	1	1581

a: significativamente semelhantes para  $p=0,05$

Nas amostras de batata em estudo, obteve-se uma gama diversa de teores de glucose. Os teores de glucose oscilaram desde uma concentração mínima de 1 mg/dl até um máximo de 1581 mg/dl, enquanto na variedade *Asterix* variaram entre 71 mg/dl e 1557 mg/dl. A média total das amostras foi de 356,38 mg/dl, enquanto na variedade *Asterix* foi de 413,64 mg/dl (Tabela 14).

Segundo a NPCF, a Potato Pro e o limite estabelecido em cima de 0,4 % ou seja, de 400 mg/dl, verificou-se, pela análise dos dados, que 7 amostras apresentaram teores de glucose acima do limite de 400 mg/dl, representando estas amostras 21,88 % do total de amostras (a negrito nas tabelas 3, 5 e 10). Por outras palavras verificou-se que há uma percentagem considerável de amostras que excederam o teor aceitável de glucose que se traduz na diminuição de qualidade do produto terminado, neste caso as batatas fritas.

## 11.2 Pelo medidor do índice de glicémia

**Tabela 15.** Dados estatísticos referentes ao índice de glicémia (IG) em mg/dl das 3 variedades predominantes e do total de amostras

<b>Variedade</b>	<b>Média</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Desvio-padrão</b>
Asterix	197,17 <sup>a</sup>	29	472	142,49
Red Scarlett	90,80 <sup>a</sup>	38	91	49,45
Manitou	255,75 <sup>a</sup>	94	256	169,17
Total de amostras	184,59	29	494	134,82

Diferença significativa calculada pelo teste de Scheffe (p=0,05)

a: significativamente semelhantes

Tal como no método anteriormente enunciado, também aqui os teores de glucose oscilaram, mas de um modo muito menos acentuado. Oscilaram de um mínimo de 29 mg/dl até um máximo de 494 mg/dl no total de amostras e entre 29 mg/dl e 472 mg/dl na variedade *Asterix*. A média do total das amostras foi de 184,59 mg/dl e na variedade *Asterix* foi de 197,17 mg/dl (Tabela 15). Pelos valores médios notou-se que a variedade *Asterix* se aproximou bastante dos resultados gerais.

Numa comparação com a NPCF, a Potato Pro e tomando como valor limite de glucose os 400mg/dl, verificou-se que 4 amostras excederam o limite (a negrito nas tabelas 3 e 5). Essas 4 amostras representam 12,50 %, uma percentagem não muito elevada e que em comparação com o método anterior não alcançou valores tão elevados de glucose.

Essas quatro amostras apresentam também um valor acima dos 400 mg/dl no método espectofotométrico.

## **12 Estudo da relação entre o teor de matéria seca e o teor de glucose pelo método espectofotométrico**

Depois da análise feita à matéria seca em separado partiu-se para uma análise comparativa com os teores de glucose.

Verificou-se que não há qualquer relação entre os teores de matéria seca e as concentrações de glucose. Valores mais altos de matéria seca, como é o caso das amostras 1, 7, 12, 13 e 15 (acima dos 24,5 %), atingem concentrações de glucose desde 213 a 1350 mg/dl (Tabela 3). Observou-se que não há uma tendência, uma relação linear entre as duas variáveis e que um alto valor de matéria seca pode apresentar uma baixa ou alta concentração de glucose (e vice-versa).

## **13 Estudo da relação entre o teor de matéria seca e o teor de glucise pelo medidor do índice de glicémia**

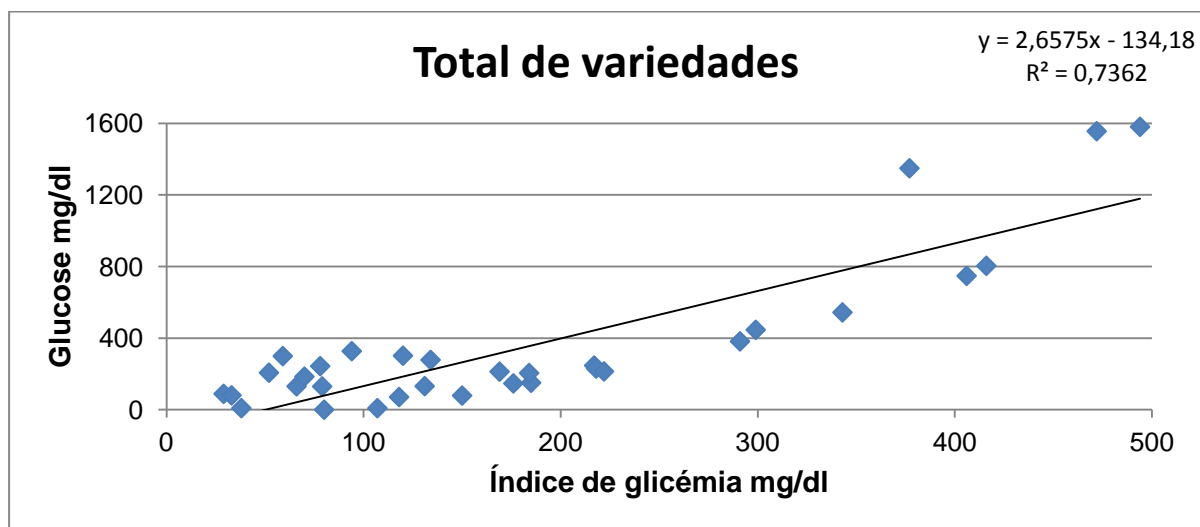
Uma vez mais, ao fazer uma análise comparativa entre os teores de matéria seca e outro parâmetro (neste caso o índice de glicémia), verificou-se que não há relação entre as duas medições.

Tomando novamente como exemplo as amostras 1, 7, 12, 13 e 15 com teores de matéria seca mais altos (acima de 24,5 %), notou-se que o índice de glicémia também não é constante, variando de valores muito baixos, como 59 mg/dl, até a um valor alto de 406 mg/dm (Tabela 3).

## **14 Estudo da relação entre o teor de glucose e o índice de glicémia**

Esta é a comparação que mais relevância tem para a resolução do problema. Caso exista uma relação entre estes dois parâmetros, chega-se a um modo de comparação da mesma medição (medição de glucose) por dois métodos distintos: o método espectofotométrico, fiável, porém demorado e caro, e o método em experimentação, que se está a testar, que tem as vantagens da rapidez e do baixo custo.

#### 14.1 Estudo englobando todas as variedades estudadas



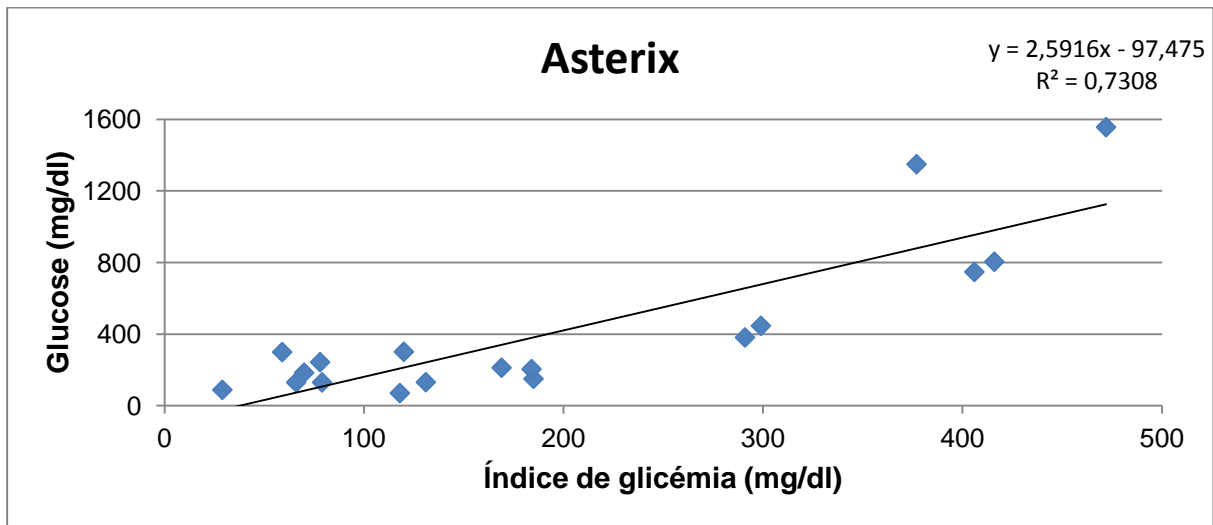
**Figura 8.** Curva de correlação entre a concentração de glucose (mg/dl) e o índice de glicémia (mg/dl) em todas as amostras

Obteve-se um coeficiente de determinação de 73,62 % (Fig.8), que representa a percentagem de variabilidade da variável y (concentração de glucose), que é explicada pela relação linear entre a concentração de glucose e o índice de glicémia, ou seja, os restantes 26,38% representam outros fatores que afetam a relação.

A percentagem de 73,62 é considerada um bom valor, que transmite fiabilidade na relação existente entre os dois métodos.

Os valores que mais se afastam da reta de regressão são os das amostras 10, 12, 13, 20, 26 e 27, acima da reta e 3, 5, 25 e 29, abaixo da reta. Notou-se que não há uma variedade predominante nestes pontos afastados, que não há valores de matéria seca predominantes, logo não foi possível determinar os fatores que levaram ao afastamento destes pontos da reta de regressão.

## 14.2 Estudo da variedade mais representativa - Asterix



**Figura 9.** Relação entre a concentração de glucose (mg/dl) e o índice de glicémia (mg/dl) na variedade *Asterix*

O coeficiente de determinação da variedade *Asterix* aproxima-se bastante do valor da totalidade das amostras, o que é normal e positivo, mostrando o equilíbrio na variedade que contribuiu com mais lotes para o estudo.

Neste caso, verificou-se que 73,08% da variabilidade de y (concentração de glucose) é explicada pela relação linear entre a concentração de glucose e o índice de glicémia (Fig. 9). É notório um grande afastamento dos dois valores, correspondentes às amostras 10 e 13. Ambas apresentam um valor extremamente alto de glucose. Como foi dito antes as condições a que a batata foi submetida antes de chegar ao armazém são desconhecidas logo é algo que não se consegue explicar.

## 15 Fritura e análise de cor

Abaixo seguem as tabelas com os valores obtidos pelo preenchimento da ficha sensorial (Anexo 1). Foram estes os dados utilizados, em conjunto com as fotografias, para fazer a divisão das amostras em classes de cor (dados que já constam nas tabelas 3 a 12).

**Tabela 16.** Classificação obtida pela ficha de prova em palitos

<b>Amostra</b>	<b>Coloração geral</b>	<b>Homogeneidade da superfície</b>	<b>Homogeneidade das zonas de corte</b>
1	1	1	1
2	2	2	2
3	2	3	2
4	1	1	1
5	2	2	2
6	3	2	3
7	3	3	3
8	2	2	2
9	1	1	2
10	3	2	3
11	1	2	2
12	1	2	1
13	3	3	3
14	1	2	2
15	2	3	2
16	2	3	3
17	1	1	1
18	1	2	2
19	2	1	2
20	1	1	1
21	2	2	2
22	1	2	2
23	1	1	1
24	2	3	2
25	2	3	3
26	3	2	2
27	1	1	1
28	2	3	3
29	2	2	2
30	1	1	2
31	1	1	1
32	1	2	1

1: Clara para o parâmetro *coloração geral* e homogénea para os parâmetros *homogeneidade da superfície* e *homogeneidade das zonas de corte*; 2: Intermédia; 3: Escura para o parâmetro *coloração geral* e heterogénea para os parâmetros *homogeneidade da superfície* e *homogeneidade das zonas de corte*.

**Tabela 17.** Classificação obtida pela ficha de prova em rodelas

<b>Amostra</b>	<b>Coloração geral</b>	<b>Homogeneidade da superfície</b>	<b>Homogeneidade das zonas de corte</b>
1	1	2	3
2	2	2	3
3	2	3	3
4	1	2	2
5	2	2	2
6	2	3	3
7	3	3	3
8	1	1	2
9	2	2	3
10	3	3	3
11	1	1	2
12	1	1	1
13	3	3	3
14	1	1	1
15	1	2	2
16	2	2	2
17	1	1	1
18	1	1	1
19	2	2	3
20	1	1	1
21	2	3	3
22	2	2	2
23	2	2	3
24	1	2	2
25	2	3	3
26	3	3	3
27	1	1	1
28	2	2	3
29	2	2	2
30	1	1	2

Cont.

Continuação			
<b>31</b>	1	1	1
<b>32</b>	1	2	2

1: Clara para o parâmetro *coloração geral* e homogénea para os parâmetros *homogeneidade da superfície* e *homogeneidade das zonas de corte*; 2: Intermédia; 3: Escura para o parâmetro *coloração geral* e heterogénea para os parâmetros *homogeneidade da superfície* e *homogeneidade das zonas de corte*.

A partir deste método conseguiu analisar-se o comportamento de cada amostra depois de passarem pelo fim a que todas elas se destinam – a fritura.

**Tabela 18.** Dados estatísticos referentes à cor das 3 variedades predominantes e do total de amostras

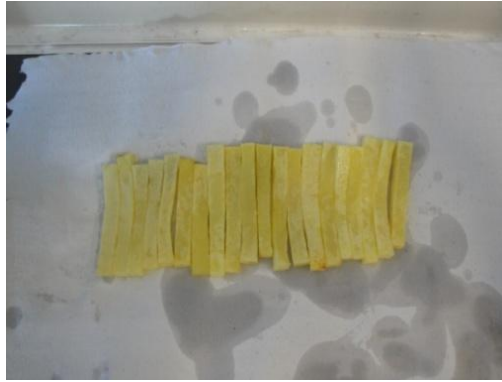
<b>Variedade</b>	<b>Média</b>	<b>Diferença significativa da média</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Desvio-padrão</b>
Asterix	1,80	a	1	3	0,80
Red Scarlett	1,94	a	1	2	0,45
Manitou	2,25	a	1	3	0,96
Total de amostras	1,91	-	1	3	0,74

Diferença significativa calculada pelo teste de Scheffe ( $p=0,05$ )

**a:** significativamente semelhantes

Depois da divisão em classes verificou-se que 50 % das amostras se situam na classe 2, enquanto as restantes 50 % se dividem respetivamente pelas classes 1 e 3 em 28 e 22 %. Daí advém uma média total das amostras de 1,91 de classificação (Tabela 18). Em relação à variedade *Asterix* verifica-se uma melhor dispersão das amostras pelas 3 classes. 33 % das amostras situam-se na classe 1, 39 % na classe 2 e 28 % na classe 3, o que se traduz numa média de 1,94 de classificação (Tabela 18).

Em seguida são apresentadas as fotografias que representam as carterísticas limite de cada classe, ou seja, são apresentadas duas fotografias (em palitos e em rodelas) de uma amostra que apresente as caraterísticas que dividem a classe 1 da classe 2 e a classe 2 da classe 3. São assim mostradas um total de 12 fotografias, correspondentes a 6 amostras.



**Figura 10.** Limite mínimo da classe 1 em palitos (amostra 31, variedade *Agria*)



**Figura 11.** Limite mínimo da classe 1 em rodela (amostra 31, variedade *Agria*)



**Figura 12.** Limite máximo da classe 1 em palitos (amostra 14, variedade *Asterix*)



**Figura 13.** Limite máximo da classe 1 em rodela (amostra 14, variedade *Asterix*)



**Figura 14.** Limite mínimo da classe 2 em palitos (amostra 2, variedade *Asterix*)



**Figura 15.** Limite mínimo da classe 2, em rodela (amostra 2, variedade *Asterix*)



**Figura 16.** Limite máximo da classe 2 em palitos (amostra 3, variedade *Asterix*)



**Figura 17.** Limite máximo da classe 2 em rodela (amostra 3, variedade *Asterix*)



**Figura 18.** Limite mínimo da classe 3 em palitos (amostra 25, variedade *Manitou*)



**Figura 19.** Limite mínimo da classe 3 em rodela (amostra 25, variedade *Manitou*)



**Figura 20.** Limite máximo da classe 3 em palitos (amostra 10, variedade *Asterix*)



**Figura 21.** Limite máximo da classe 3 em rodela (amostra 10, variedade *Asterix*)

## 16 Implicação do teor de glucose na qualidade de batata frita

Relembrando a bibliografia, segundo Palazoglu *et al.* (2010), os açúcares redutores são os principais precursores da acrilamida durante a *Reação de Maillard*. Ao longo deste fenómeno surgem alterações de cor prejudiciais (escurecimento da batata frita) e forma-se um sabor amargo nas batatas fritas (Rousselle *et al.*, 1999; Jayanty, 2008).

Sendo a glucose o principal açúcar redutor presente na batata, é clara a relação existente entre o teor de glucose e a cor da batata depois de frita. Quanto maiores os teores de glucose, pior qualidade de fritura apresenta a batata, maior será o seu escurecimento e mais amargo será o seu sabor.

Nas duas medições efetuadas – pelo método espetofotométrico e pelo índice de glicémia – notou-se que apesar de existir uma relação entre os dois métodos, os resultados, nas mesmas unidades de medida (mg/dl), ocupam diferentes gamas de resultados. O teor de glucose medido pelo método espetofotométrico atinge habitualmente valores mais elevados que no método medidor de glicémia correspondem a valores mais baixos. Deste modo realizaram-se 2 gráficos que comparam os teores de glucose de cada um dos métodos com as classes de cores em que se inserem, de modo a poder definir-se um limite crítico em que se deve ou não aceitar a amostra de batata para cada um dos métodos.

Houve uma maior tendência de cores escuras da batata quando se registaram maiores teores de glucose. Todas as amostras com teores de glucose acima das 600mg/dl de glucose estão inseridas na classe 3. Quanto aos teores de glucose das amostras inseridas nas classes 1 e 2 há alguma inconsistência nos resultados, notando-se que algumas amostras com teores mais baixos de glucose se inserem na classe 2 e não na classe 1 (Fig.22). Verifica-se ainda que a maioria das amostras se insere na classe 2 e ressalva-se a dificuldade em inserir cada amostra na devida classe utilizando somente os resultados da ficha sensorial e as fotografias como padrão de limites de classe.

No caso do método espetofotométrico sentiu-se a necessidade de ser um pouco mais rigoroso e elevar o limite crítico para os 600mg/dl, tomando como base a aceitação total de todas as amostras situadas nas classes 1 e 2.

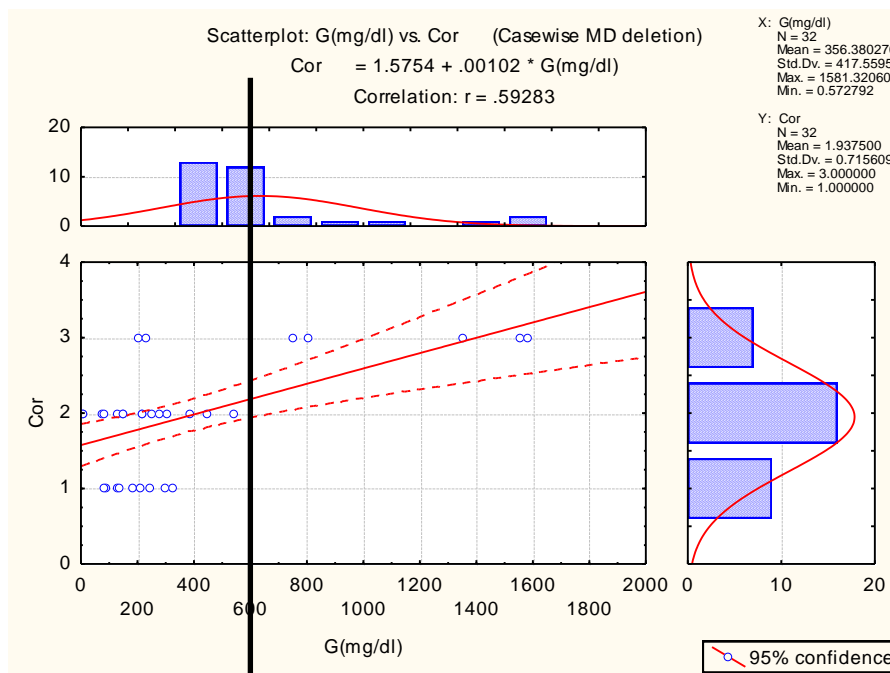


Gráfico obtido com recurso ao Software Statistica™ v.8.0 da Statsoft (2007)

**Figura 22.** Relação entre o teor de glucose na classe de cor das batatas fritas

Tal como no gráfico da glucose as cores mais escuras de batata correspondem aos mais altos valores do índice de glicémia. Neste caso todas as amostras com teores de glucose acima das 350mg/dl de glucose estão inseridas na classe 3. Quanto aos teores de glucose das amostras inseridas nas classes 1 e 2 continua a existir alguma inconsistência nos resultados, notando-se que algumas amostras com teores mais baixos de glucose se inserem na classe 2 e não na classe 1 (Fig.23). Verifica-se também que a maioria das amostras se insere na classe 2 e volta-se a ressaltar-se a dificuldade em inserir cada amostra na devida classe utilizando somente os resultados da ficha sensorial e as fotografias como padrão de limites de classe.

Neste caso, utilizando a mesma base que no caso anterior, considerar-se-ia o limite crítico para aceitar uma amostra de 350mg/dl, deste modo estar-se-iam a incluir todas as amostras inseridas nas classes de cor 1 e 2. Para se tornar este método mais rigoroso e evitar falhas, optou-se por limitar um pouco mais a escolha e tomar também como base os 400mg/dl da bibliografia (NPCF, Potato Pro).

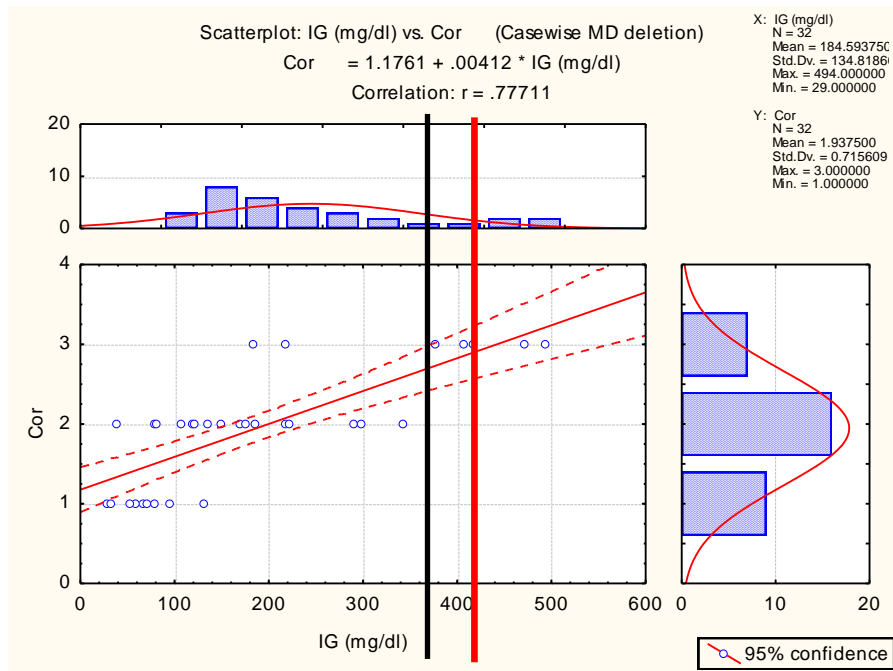


Gráfico obtido com recurso ao SoftwareTM v.8.0 da Statsoft (2007)

**Figura 23.** Relação entre o índice de glicémia na classe de cor das batatas fritas

## V. Conclusões

A medição da matéria seca mostrou-se um dado sem influência para este estudo e sem relação com os outros parâmetros. Ainda assim, conseguiram comprovar-se as características de cada variedade, já estudadas na bibliografia. A variedade *Asterix*, com maior significância neste estudo, apresentou valores elevados de matéria seca, o que se considera uma característica vantajosa no caso de batata destinada à fritura.

Quanto aos valores de glucose obtidos verificou-se que 12,50% das amostras apresentaram teores de glucose, medidos pelo método espetofotométrico e pelo medidor de glicémia, acima das 400mg/dl, valor assumido com base na Netherlands Potato Consultative Foundation e pela Potato Pro como limite que garante a qualidade do produto terminado. No caso concreto da medição pelo método espetofotométrico notou-se uma maior incidência de teores de glucose acima das 400mg/dl, obtendo-se uma percentagem de 21,88% das amostras com teores de glucose acima das 400mg/dl. Verificou-se que existia uma percentagem considerável de amostras que excederam o teor aceitável de glucose, que se traduz nas características menos favoráveis do produto terminado, neste caso as batatas fritas.

A parametrização do aparelho de medição expedita foi alcançada com sucesso. Provou-se que se consegue utilizar o aparelho medidor do índice de glicémia em armazém, obtendo valores semelhantes àqueles obtidos pelo método espetofotométrico e que coincidem também com as características finais do produto depois de frito. Obteve-se um coeficiente de correlação de 73,62% que se considera um bom valor. Na variedade *Asterix* obteve-se um valor semelhante, de 73,08% o que comprava a boa relação existente entre os dois métodos medidores de glucose. Ainda assim, sentiu-se uma necessidade em criar limites críticos distintos para os dois métodos, visto que apesar de existir uma relação entre os métodos, os resultados, nas mesmas unidades de medida (mg/dl), ocupam diferentes gamas de resultados. O teor de glucose medido pelo método espetofotométrico atinge habitualmente valores mais elevados, que no método medidor de glicémia correspondem a valores mais baixos. Para o método espetofotométrico 600mg/dl foi o limite crítico de aceitação imposto, enquanto para o método medidor do índice de glicémia o limite crítico de aceitação foi de 400mg/dl, considerando 50mg/dl de margem para uma maior fiabilidade do método e para tomar também como base a bibliografia. Através deste simples método de medição de glucose é possível um melhor controlo da batata recém chegada ao armazém e, rapidamente, conseguir ter uma ideia da quantidade de açúcares redutores presentes num lote de batata, podendo prever-se como será o comportamento dessa batata aquando da

fritura. O GJM poderá assim assegurar ao consumidor uma maior fiabilidade e qualidade do produto.

No caso da fritura notou-se uma maior incidência de amostras na classe 2 (classe com características de cor e homogeneidade intermédias), de modo mais expressivo no total de amostras e de modo menos expressivo no caso específico da variedade *Asterix*. Concluiu-se existir uma relação entre os resultados obtidos na fritura e as concentrações de glucose. Todas as amostras com concentração de glucose acima de 600mg/dl se inseriram-se na classe 3 de coloração (classe com características mais indesejáveis). Entre a classe 1 e 2 não é tão notória essa divisão. Ainda assim, consegue observar-se a relação entre os parâmetros glucose e resultados da fritura. Perante altos teores de glucose a batata apresenta características indesejáveis, tais como coloração escura e sabor amargo.

Do conjunto de parâmetros e métodos analisados revelou-se que nem todos trouxeram a consistência e validade desejadas. É importante que mais estudos surjam com o objetivo de aprofundar este tema, uma vez que este trabalho é apenas um pequeno contributo não estando, portanto, o tema esgotado. Como sabemos as exigências de qualidade dos produtos alimentares são cada dia mais elevadas e cabe ao produtor e ao distribuidor tentar obter as melhores características e os melhores métodos para as testar.

## VI. Referências Bibliográficas

**Almeida, D.**, (2006). *Manual de culturas hortícolas - volume II*. Editorial Presença, Lisboa, 325 pp.

**Arnaud, P.**, (1979). *Curso de química orgânica*. Dinalivro, Trofa, 505 pp.

**Burlingame, B., Mouillé, B., Charrondièrre, R.**, (2009). *Nutrients, bioactive non-nutrients and anti-nutrients in potatoes*. *Journal of food composition and analysis* **22**: 494-502

**Campos, L.**, (1998). *Entender a bioquímica – o metabolismo fundamental em animais e plantas*. Escolar Editora, Lisboa, 683 pp.

**Costa, M., Almeida, M.**, 1993. *Fundamentos de física*. Almedina Coimbra, Coimbra, 808 pp.

**Gomes, Z.**, *Catálogo nacional de variedades – Plano de ensaio de valor de utilização de batata*, Direcção Geral Protecção de Culturas (DGPC)

**Halpern, M.**, (1997). *Bioquímica*. Lidel, Lisboa, 622 pp.

**Hase, N.**, (2008). *The canon of potato science*. *Potato research* **48 Maillard Reaction**: 407-409

**Havercort. A.J., Loon, C.D., Eijck, P., Scheer, F.P., Schijvens, E.P.H.M., Uitslag, H., Baarveld, H.R., Campobello, E.W.A., Leifrink, S.R., Peeten, H.M.G.**, (2002). *No caminho da transformação da batata*. Niva Holland, Países Baixos. 24 pp.

**International Starch Institute**. Matéria Seca versus Densidade. Disponível em. <<http://www.starch.dk/isi/starch/tm5www-potato.asp>>. Acesso em 16-10-2012

**Irish potato marketing**. Variedade *Shannon*. Disponível em. <[http://www.ipm.ie/index.php?option=com\\_content&view=article&id=88&Itemid=93](http://www.ipm.ie/index.php?option=com_content&view=article&id=88&Itemid=93)>. Acesso em 20-08-2012

**Jayant, S.**, (2008). *Postharvest factors affecting potato quality and storability*. In *Postharvest biology and technology of fruits, vegetables, and flowers*. G. Paliyath, D. Murr, A. Handa, S. Lurie (eds.), pp. 392-417. Wiley-Blackwell, USA

**Kita. A., Lisinska. G., Golubowska. G.**, (2007). *The effect of oils and frying temperatures on the texture and fat content of potato crisps*. *Food chemistry* **102**: 1-5

**Mehta, M., Vincze, G., Lopez. D.**, (2002), *Emerging technologies in diabetes care*. U.S. Pharmacist **27**. Disponível em: <

[http://http://www.uspharmacist.com/index.asp?show=article&page=8\\_995.htm](http://http://www.uspharmacist.com/index.asp?show=article&page=8_995.htm)>. Acesso em: 14-09-2012

**Miller., (1959)**

**Netherlands potato consultative foundation.** Variedade *Agria*. Disponível em: <[http://www.potato.nl/uk/about\\_potatoes/variety\\_catalogue/ras?frm\\_variety=4](http://www.potato.nl/uk/about_potatoes/variety_catalogue/ras?frm_variety=4)>. Acesso em 20-08-2012

**Netherlands potato consultative foundation.** Variedade *Asterix*. Disponível em: <[http://www.potato.nl/uk/about\\_potatoes/variety\\_catalogue/ras?frm\\_variety=20](http://www.potato.nl/uk/about_potatoes/variety_catalogue/ras?frm_variety=20)>. Acesso em 20-08-2012

**Netherlands potato consultative foundation.** *Red Scartlett*. Disponível em: <[http://www.potato.nl/uk/about\\_potatoes/variety\\_catalogue/ras?frm\\_variety=69](http://www.potato.nl/uk/about_potatoes/variety_catalogue/ras?frm_variety=69)>. Acesso em 20-08-2012

**Netherlands potato consultative foundation.** Variedade *Manitou*. Disponível em: <[http://www.potato.nl/uk/about\\_potatoes/variety\\_catalogue/ras?frm\\_variety=135](http://www.potato.nl/uk/about_potatoes/variety_catalogue/ras?frm_variety=135)>. Acesso em 20-08-2012

**Netherlands potato consultative foundation.** Variedade *Monalisa*. Disponível em: <[http://www.potato.nl/uk/about\\_potatoes/variety\\_catalogue/ras?frm\\_variety=83](http://www.potato.nl/uk/about_potatoes/variety_catalogue/ras?frm_variety=83)>. Acesso em 20-08-2012

**Netherlands potato consultative foundation.** Variedade *Mozart*. Disponível em: <[http://www.potato.nl/uk/about\\_potatoes/variety\\_catalogue/ras?frm\\_variety=85](http://www.potato.nl/uk/about_potatoes/variety_catalogue/ras?frm_variety=85)>. Acesso em 20-08-2012

**Netherlands potato consultative foundation.** Níveis de matéria seca e glucose. Disponível em:

<[http://www.nivaa.nl/uk/about\\_potatoes/agronomy/on\\_the\\_road\\_to\\_potato\\_processing/tuber\\_characteristics](http://www.nivaa.nl/uk/about_potatoes/agronomy/on_the_road_to_potato_processing/tuber_characteristics)> Acesso em 17-10-2012

**Palazoglu, T., Savran, D., Gokmen, V., (2010).** *Effect of cooking method (baking compared with frying) on acrylamide level of potato chips.* In *Journal of food science* **75**, D. Lund (ed.), pp. E25-E29. Institute of food technologists, USA

**Potato Pro.** Disponível em: < <http://www.potatopro.com/Lists/News/DispForm.aspx?ID=7526> Acesso em: 17-10-2012

**Quintas, A., Freire, A., Halpern, M.,** (2008). *Bioquímica – Organização molecular da vida*. Lidel, Lousã. 758 pp.

**Rousselle, P., Robert, Y., Crosnier, J.,** (1999). *La patata*. INRA, Madrid. 607 pp.

**Seed.** Variedade *Bella Rosa*. Disponível em: <  
[http://www.seed.pt/catalogo/detalhes\\_produto.php?id=11](http://www.seed.pt/catalogo/detalhes_produto.php?id=11)>. Acesso em 20-08-2012

**Seed.** Variedade *Laura*. Disponível em. <  
[http://www.seed.pt/catalogo/detalhes\\_produto.php?id=18](http://www.seed.pt/catalogo/detalhes_produto.php?id=18)>. Acesso em 20-08-2012

**Solana.** Variedade *Red Lady*. Disponível em: <[http://www.solana.de/kartoffelsorten-detail\\_en/items/red-lady.html](http://www.solana.de/kartoffelsorten-detail_en/items/red-lady.html)>. Acesso em: 20-08-2012

**Stark. J.C., Love. S. L.,** *Tuber quality. In Potato Storage*, pp. 329-343, Idaho potato commission. Disponível em: <  
<http://courses.cals.uidaho.edu/pses/plsc401/Lectures/PotatoStorageChap16.pdf>>. Acesso em: 17-10-2012

## VII. Anexo 1

### Análise Sensorial de Batatas Fritas

#### Ficha De Prova

Amostra: \_\_\_\_\_

**Atributo:** Características dos Palitos

- **Coloração geral**

Clara

Intermédia

Escura

- **Homogeneidade da superfície**

Homogénea

Intermédia

Heterogénea

- **Homogeneidade das zonas de corte**

Homogénea

Intermédia

Heterogénea

**Atributo:** Caraterísticas das rodelas

- **Coloração geral**

Clara

Intermédia

Escura

- **Homogeneidade da superfície**

Homogénea

Intermédia

Heterogénea

- **Homogeneidade das zonas de corte**

Homogénea

Intermédia

Heterogénea