

AMIDO RESISTENTE EM DIVERSAS FONTES NÃO CONVENCIONAIS DE AMIDO

C. FONTINHA *

PAULA CORREIA **

Aluna finalista do Curso de Engenharia das Indústrias Alimentares da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viseu.

** Docente da Escola Superior Agrária e investigadora do Centro de Estudos em Educação, Tecnologias e Saúde (CI&DETS) do Instituto Politécnico de Viseu.

Resumo

Amido resistente (AR) é aquele que não é digerido no intestino delgado, conduzindo a efeitos benéficos para a saúde, tal como a fibra dietética faz. Procedeu-se à determinação do AR em farinhas e amidos extraídos de duas variedades de castanha (*Castanea sativa* Mill), Longal e Martainha, da bolota de azinheira (*Quercus rotundifolia*) e da glande do sobreiro (*Quercus suber*). As farinhas foram obtidas por moenda dos frutos após secagem a diferentes temperaturas, 40° C, 50° C, 60°C e 70°C. Posteriormente, procedeu-se ao isolamento dos amidos das farinhas, através da aplicação de dois métodos de extracção: um físico-químico e outro enzimático. Verificou-se que os teores de AR mais elevados foram os apresentados pelas farinhas dos frutos secos a 60°C, sendo de 46,8%, 36,5%, 39,9% e 43,9%, respectivamente para as castanhas das variedades Longal e Martainha, para a bolota e para a glande. O método de extracção que apresentou valores mais elevados de AR para os amidos extraídos dos diferentes materiais foi o método físico-químico. Tudo indica que a secagem dos frutos a 60°C e a aplicação do método de extracção do amido pelo processo físico-químico nas farinhas dos frutos secos a esta temperatura são aqueles que melhor preservam a estrutura dos amidos.

Palavras-chave: Castanha, bolota, glande, amido resistente.

Abstract

Resistant starch is not degraded in the small

intestine, leading to a beneficial health effect like the dietetic fibre has. In this work resistant starch content was determined on flours and starches extracted from two varieties of chestnuts (*Castanea sativa* Mill), Longal and Martainha, and two acorn species (*Quercus rotundifolia*, *Quercus suber*). Flours were produced by milling the fruits after drying at different temperatures, 40° C, 50° C, 60°C e 70°C. After, starch was isolated from flours by two different extraction methods: physicochemical and enzymatic. Resistant starch content was higher on the flours obtained from the fruits dried at 60°C, with values of 46,8%, 36,5%, 39,9% e 43,9%, respectively for Longal and Martainha chestnuts, and acorns *Quercus rotundifolia*, *Quercus suber*. The physicochemical method presented higher content of resistant starch for all the materials. It seems that drying fruits at 60°C and the use of the physicochemical isolation method for starch from flours obtained from fruits dried at this temperature preserved better the starch integrity.

Keywords: Chestnuts, acorns, resistant starch.

Introdução

Actualmente, as indústrias alimentares estão sujeitas à globalização dos mercados. Num mercado em permanente evolução e com uma concorrência cada vez mais forte, o factor de diferenciação de uma indústria passa pela criação de novos produtos alimentares de maior qualidade e/ou pela produção de alimentos com características melhoradas. Para tal, são por vezes incorporados na formulação alimentar novos ingredientes com propriedades funcionais com vista à inovação.

Nos últimos anos, vários estudos têm vindo a ser conduzidos no sentido de explorar as propriedades funcionais de certos componentes dos alimentos, que, quando consumidos em quantidades e periodicidades adequadas, agem beneficemente no organismo humano. Entre estas componentes, destaca-se o amido resistente (AR), que é definido como “a soma do amido e produtos de sua degradação não absorvidos no intestino delgado de indivíduos saudáveis”, e que assumiu um carácter mais relacionado aos seus efeitos biológicos (Walter *et al.*, 2005). Pode-se então dizer que o amido resistente é a fracção que não fornecerá glicose ao organismo, mas que é fermentada no intestino grosso, produzindo gases, nomeadamente ácidos gordos de cadeia curta (Sajilata *et al.*, 2006). Segundo Thomas e Atwell (1999), o termo amido resistente foi adoptado por Hans Englyst, um fisiologista Britânico, no início dos anos 80. Este

fisiologista definiu o amido resistente como sendo aquele que resiste à dispersão em água fervente e à hidrólise pela acção da amilase pancreática e da pululanase. Devido a estas características fisiológicas, considera-se que os efeitos do amido resistente sejam, em alguns casos, comparáveis aos da fibra alimentar e, por este motivo, normalmente é considerado como um componente desta (Lobo e Silva, 2003).

Segundo Sajilata *et al.*, (2006), o AR é subdividido em 4 fracções: AR₁, AR₂, AR₃ e AR₄ (Quadro 1).

Quadro 1. Classificação dos tipos de AR, fontes alimentares e factores que afectam a sua resistência à digestão no cólon

(adaptado de Nugent, 2005; Liu, 2005).

Tipo de AR	Descrição	Fontes alimentares	Resistência minimizada por
AR ₁	Amido fisicamente inacessível.	Em partes vegetais mal moídas como grãos, sementes e legumes.	Moagem e Mastigação
AR ₂	Grânulos de amido resistente não gelatinizados com cristalinidade do tipo B e são hidrolisados lentamente por α -amilases.	Batatas cruas, bananas verdes, alguns legumes, amido com “alto teor em amilose”.	Alimentos processados e cozinhados
AR ₃	Amido retrogradado.	Batatas cozinhadas e arrefecidas, pão, flocos de milho, produtos alimentares com prolongado e/ou repetidos tratamentos pelo calor/ humidade.	Condições do processamento
AR ₄	Amido resistente produzido por modificações químicas.	Alimentos compostos por amidos modificados (por exemplo certos bolos e pães).	Menos susceptível a digestibilidade <i>in vitro</i> .

De acordo com Nugent (2005), o AR₁ é o termo usado para designar o amido resistente fisicamente inacessível à digestão, como por exemplo devido à presença de paredes celulares intactas de grãos, sementes ou tubérculos. O AR₂ engloba os grânulos de amido nativos que são protegidos pela digestão e pela configuração da estrutura do grânulo de amido, e encontra-se em, por exemplo, batatas cruas, bananas verdes e amidos com “alto teor em amilose”. O AR₂ é o único que mantém a sua estrutura e

resistência, até mesmo durante o processo e preparação de muitos alimentos. O AR₃ refere-se ao amido indigestível que se forma após tratamento com água e calor; este é geralmente formado durante a retrogradação dos grânulos de amido. Alguns exemplos de AR₃ são as batatas e flocos de milho submetidos a altas temperaturas, seguidas de um arrefecimento. O AR₄ descreve um grupo de amidos que foram modificadas quimicamente, através de ésteres, fosfatos e éteres, bem como amidos com ligações cruzadas, sendo estes também resistentes à digestão no intestino delgado.

O amido de milho, com “alto teor em amilose”, e os grânulos de amido de legumes contêm AR₂, apresentando propriedades únicas que conferem resistência às enzimas digestivas. Provavelmente, a sua resistência está relacionada com a configuração cristalina ou com a elevada densidade da amilose e amilopectina no grânulo (Liu, 2005).

O AR₃ pode formar-se em géis de amido, farinhas e massas, dado que durante o seu processamento ocorre a retrogradação da amilose e recristalização dos fragmentos de amilose libertados durante a degradação do amido. O rendimento mais elevado na produção de amido resistente é obtido por retrogradação controlada de amido, com “alto teor em amilose”, ramificações de amilopectina e amilose, depois de submetidas a um autoclave, ou através de modificação química. A Figura 1 representa os principais passos na produção de AR₃ a partir do amido de milho. Depois do amido ser fragmentado através de enzimas, são produzidas fracções mais lineares que favorecem a retrogradação. A quantidade de AR₃ é influenciada pela origem do amido, a dose de enzimas usadas, o tempo dos ciclos de arrefecimento e aquecimento e pelas condições de armazenamento (Liu, 2005).

No mercado existem vários produtos comerciais de amido resistente, como é o caso dos seguintes: Novelose330[®], Pinefiber[®], Fibersol[®], Hi-maize[®] e CrystaLean. A Hi-maize[®], por exemplo, foi obtida originalmente a partir de milho híbrido na Austrália. Foi lançado no mercado em 1993, com 80 a 85% de amilose e aproximadamente com 30% de fibra dietética, e, desde então, tem sido melhorada ao nível dos ingredientes, contendo aproximadamente 60% fibra dietética. Este produto contém amido de milho com “alto teor em amilose” e é inserido na categoria do AR₂. Actualmente, é vendido em todo o mundo e usado na produção de produtos à base de cereais, como biscoitos, produtos secos e outros produtos de pastelaria (Cho *et al.*, 1997; Nugent, 2005).

Vários produtos de AR₃ estão disponíveis com um conteúdo de fibra dietética inferior a 30%. Em geral, estes são derivados da gelatinização e recristalização do amido de milho ou tapioca. As NOVELOSE 330[®] e CrystaLean derivam do amido com “alto teor em amilose” e, também, são exemplos comerciais de AR₃ (Nugent, 2005).

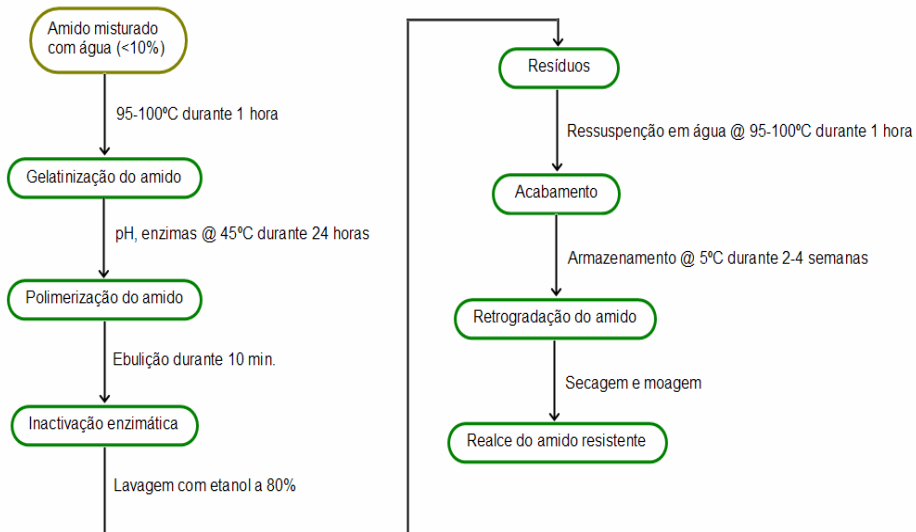


Figura 1. Diagrama alusivo à produção de amido do tipo III (adoptado de Liu, 2005).

Segundo Sajilata *et al.* (2006), as formas naturais de AR comercializadas têm sabor insípido, cor branca e tamanhos de partículas desejáveis que causam menos interferência com a textura. Além disso, têm temperaturas elevadas de gelatinização e extrusão, formando filmes de boa qualidade e tendo propriedades de absorção de água inferiores às da fibra tradicional, permitindo a produção de alimentos melhorados em textura, forma e sabor. Deste modo, as qualidades organolépticas são melhoradas, quando comparadas com produtos tradicionalmente ricos em fibras, as quais aumentam a crespidão dos produtos.

O AR é um ingrediente alimentar funcional que permite um abaixamento do valor calórico dos alimentos e pode ser usado nas formulações de alimentos como um redutor de açúcar e gorduras. O AR não absorve tanta humidade como a fibra, deste modo não compete com os outros ingredientes pela água. Isto pode ser vantajoso na produção de produtos de baixa humidade como biscoitos e bolachas (Liu, 2005; Sajilata *et al.*, 2006), não afectando as condições de processamento e armazenamento (Nugent, 2005). Assim, o AR pode ser usado como um ingrediente alimentar na produção de pão, bolos, biscoitos, cereais de pequeno-almoço, snacks, massas, bebidas, gelados e iogurtes (Liu, 2005).

Walter *et al.* (2005) referem que o principal interesse em relação ao amido resistente é também o seu papel fisiológico, visto que não é digerido no intestino

delgado, e torna-se disponível como substrato das bactérias anaeróbicas do cólon, que promovem fermentações no intestino.

De acordo com Liu (2005), o amido resistente é lentamente fermentado pela flora intestinal do intestino grosso, formando metabolitos, os quais incluem ácidos gordos voláteis como o ácido acético, propiónico e butírico. O amido parece, ainda, produzir mais ácidos gordos voláteis do que algumas fibras solúveis altamente fermentáveis. Devido a esta característica, o AR tem sido apresentado com impactos na saúde humana equivalentes e/ou superiores aos dos alimentos tradicionalmente enriquecidos em fibra.

Os principais benefícios fisiológicos que o AR partilha com as fibras são (Liu 2005; Bird *et al.*, 2000; Lobo e Silva, 2003; Walter *et al.*, 2005; Nugent, 2005; Sajilata *et al.*, 2006):

- A diminuição do valor calórico dos alimentos, sendo importante na prevenção da obesidade;
- O abaixamento do índice glicémico, logo é importante para a diabetes;
- A redução dos níveis de colesterol no sangue, que ajuda a prevenir e controlar doenças cardiovasculares;
- A redução do risco do cancro do cólon, já que provocam o aumento da produção de ácidos gordos de cadeia curta, em particular do butirato, e o aumento do volume fecal, que permite a diluição de substâncias cancerígenas.
- A prevenção de doenças inflamatórias do intestino, além de auxiliar na manutenção da integridade do epitélio intestinal.

O AR também pode ser considerado como um prebiótico, ou seja, um ingrediente alimentar não digerível, que estimula o crescimento e actividade das bactérias no cólon, essenciais para manter o sistema digestivo saudável. O AR, junto com outras formas de fibra dietética, chega ao intestino grosso inalterado, fornecendo substratos metabólicos para estas bactérias (Haralampu, 2000).

As castanhas, a bolota e a glande são fontes naturais ricas em amido, aproximadamente 48% nos frutos frescos (Correia *et al.*, 2009a; Correia *et al.*, 2009b). Estes autores, ao estudarem as características físico-químicas das farinhas obtidas dos frutos secos às temperaturas de 40°C, 50°C, 60°C e 70°C, verificaram que no caso das castanhas os teores de amido foram 42,2%, 34,7%, 32,3% e 36,2%, respectivamente para a variedade Longal e de 44,1%, 33,4%, 31,7% e 35,3% para a variedade Martainha. Para o caso da bolota foi de 35,7%, 33,5%, 31,6% e 34,2% e para a glande de 36,3%, 33,7%, 31,4% e 33,3%, respectivamente para a mesma sequência de temperaturas. Procedeu-se à determinação do AR tanto nas farinhas destes materiais, como do amido extraído dos mesmos, para se poder avaliar as suas potencialidades de utilização na indústria alimentar.

Material e métodos

Amostras

As castanhas (*Castanea sativa* Mill.) foram apanhadas na região DOP Soutos da Lapa, sendo as variedades estudadas a Martainha e a Longal, as duas variedades mais representativas desta região. As bolotas de *Quercus suber* Ilex (sobreiro), designadas por glandes, e *Quercus rotundifolia* Ilex (azinheira) foram apanhadas em montados localizados em Idanha-a-Nova. Foram recolhidos cerca de 1 kg de frutos maduros para cada variedade e espécie. Os frutos foram armazenados no escuro a uma temperatura de 4°C até à realização do ensaio.

Produção das farinhas

As farinhas de castanha e bolota foram produzidas a partir da secagem dos frutos numa câmara de secagem (WTB BINDER FD 115) à temperatura de 40°C, 50°C, 60°C e 70°C, com um fluxo de ar de 300 m³h⁻¹, até alcançar uma a_w (actividade da água) de 0,2. Posteriormente, os frutos secos foram moídos num moinho de martelos (RETSCH *typ.* WRB 80C/2 O 88), com um crivo de diâmetro de malha de 1mm.

Isolamento do amido

Os amidos foram extraídos das farinhas das castanhas e das bolotas secas a 60°C. O isolamento dos amidos efectuou-se por dois processos distintos, um método físico-químico e um método enzimático, adaptados dos métodos propostos por Lim *et al.* (1992). Os procedimentos utilizados para a sua obtenção encontram-se descritos nas Figuras 2 e 3. A protease utilizada no processo de extracção enzimático foi a do *Aspergillus oryzae* (Sigma Chemical Co.).

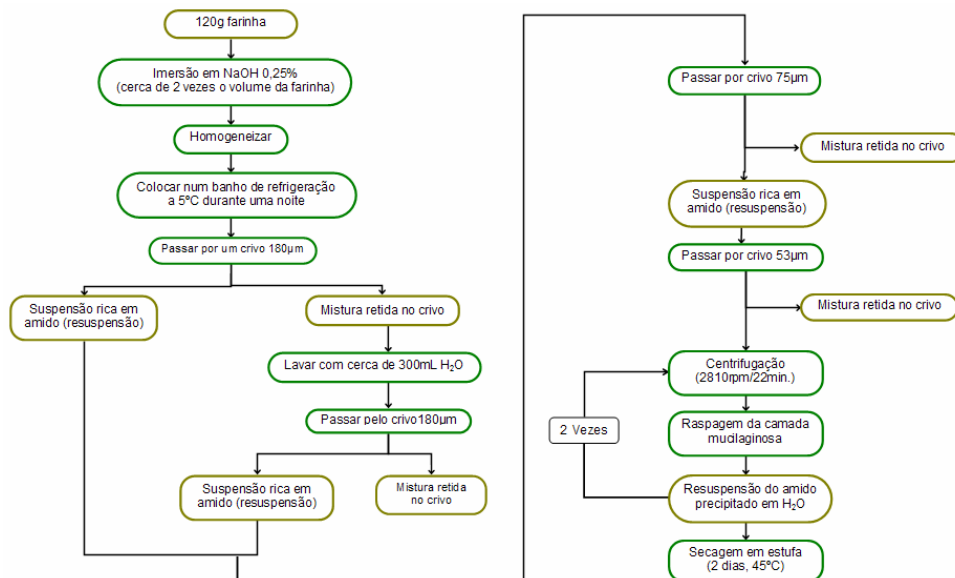


Figura 2. Representação esquemática do método de isolamento de amido por via físico-química.

Determinação do Amido Resistente

Este método foi adoptado de Mun *et al.* (2006) e tem como princípio a remoção do amido digerível através da hidrólise enzimática da amostra. Esta remoção é levada a cabo por uma solução enzimática composta por: pululanase (*Promozyme*, Sigma Chemical Co.) e protease (*Pancreatin* de pâncreas de suínos, Sigma Chemical Co.) sendo, posteriormente, quantificado directamente o AR no resíduo, que é isolado por precipitação provocada pelo etanol a 80%. Posteriormente o resultado foi convertido em relação ao amido total presente na amostra.

Para a realização desta determinação utilizou-se uma centrífuga Hettich Universal 16/16R e um banho-maria Julaba Shake Temp SW22, com agitação.

A determinação do AR foi realizada em triplicado.

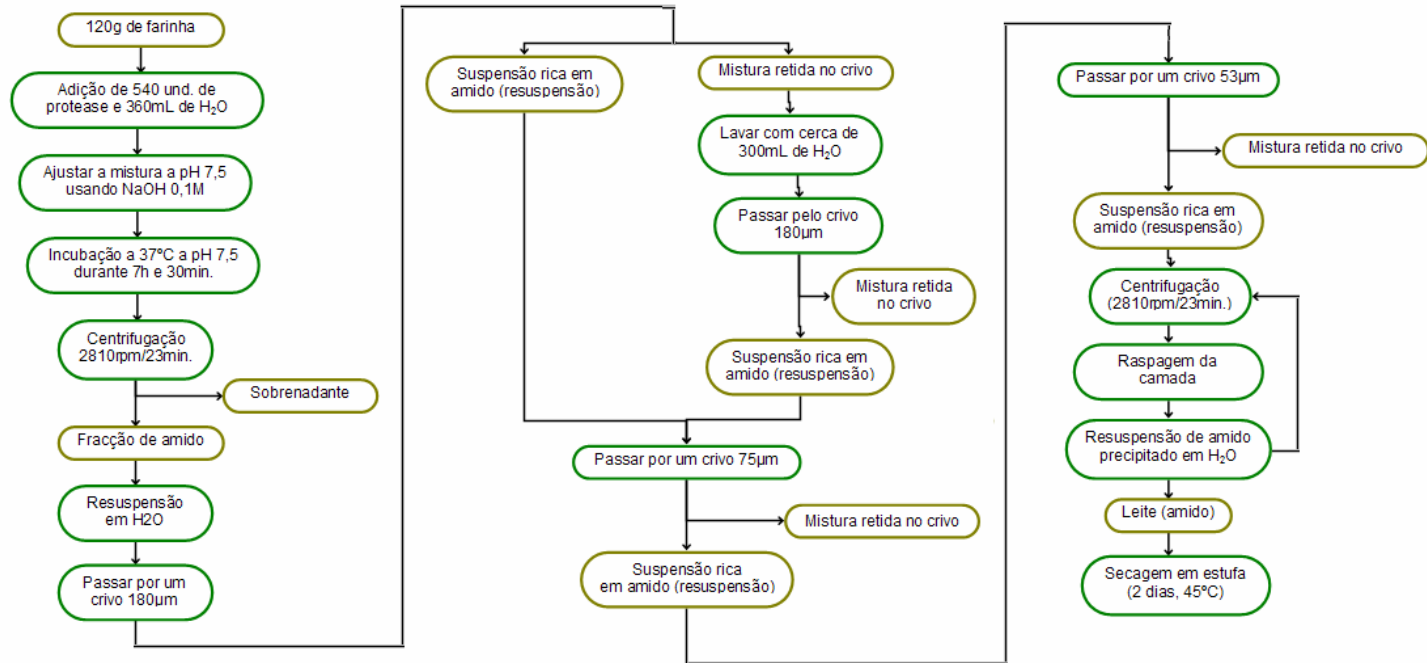


Figura 3. Representação esquemática do método de isolamento de amido por via enzimática.

Resultados e discussão

Tendo em consideração a classificação apresentada para os diferentes amidos resistentes, podemos dizer que estamos a trabalhar com amidos AR₂. Fazem parte deste grupo os grânulos de amido nativo, a maioria do tipo B, quanto à cristalinidade (Niba, 2006), sendo os grânulos de amido da batata e da banana, aqueles que apresentam uma resistência maior à digestão (Englyst *et al.*, 1992). É de salientar que existe muito pouca informação disponível acerca dos teores de AR₂.

De um modo geral, foi possível observar que os valores obtidos de AR nos diferentes materiais utilizados neste estudo são bastante elevados (Figuras 4, 5 e 6) quando comparados com os valores encontrados para outras fontes de amido, nomeadamente comparando com os valores de AR das sementes de leguminosas, que se encontram na ordem dos 12-20% (Liu, 2005). Segundo Thompson (2000) é frequentemente assumido que o amido de milho normal e de trigo têm teores de AR baixos.

Observando os valores obtidos de AR para as farinhas de castanha (Figura 4), a variedade Longal apresentou valores superiores de amido resistente em relação às farinhas da Martainha. Este facto poderá estar relacionada com os teores de amilose mais elevados na primeira variedade comparando com a da segunda (Correia *et al.*, 2009a), pois os amidos com teores de amilose elevados são uma das maiores fontes de AR (Liu, 2005).

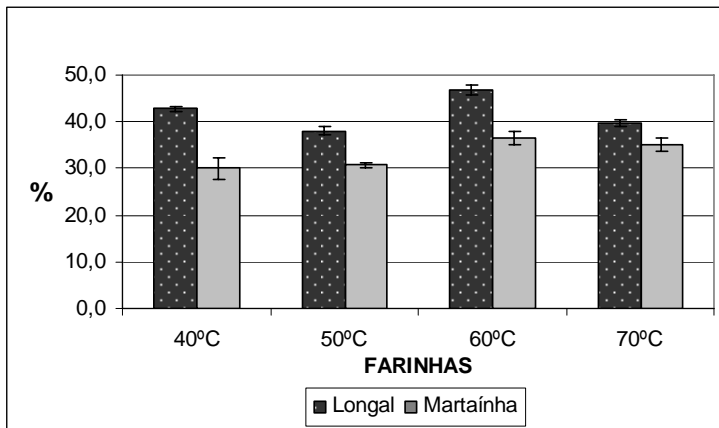


Figura 4. Teores de AR em relação ao amido total das farinhas de castanha obtidas a diferentes temperaturas (40°C, 50°C, 60°C e 70°C) ± Desvio-padrão.

Comparando as farinhas obtidas dos frutos secos a diferentes temperaturas, verificou-se que o AR aumenta com o aumento de temperatura até aos 60°C. Mais uma vez, isto poderá estar relacionado com os teores de amilose, uma vez que, em estudos anteriores, ficou provado que existe um aumento do teor de amilose com a temperatura, sendo o teor de amilose máximo para a temperatura de 60°C (Correia *et al.*, 2009a). Relativamente às farinhas obtidas dos frutos secos a 70°C verificou-se que o teor de AR diminui. Esta quebra, embora não muito acentuada, poderá ser devida ao aumento da degradação dos grânulos de amido, comprovado pelo aumento dos valores de amido danificado para esta temperatura de secagem. (Correia *et al.*, 2009a), ficando a sua estrutura afectada, aumentando deste modo a facilidade de digestão do amido pelas enzimas. Este facto é corroborado por Thompson (2000) que referiu que a resistência à digestão está relacionada com a integridade ou não do estado físico das moléculas dos grânulos de amido, que, por sua vez, se encontra relacionada com a organização cristalina ou empacotamento das cadeias de glicose da amilose e da amilopectina (Liu, 2005). Sijilata *et al.* (2006) referiram que a temperatura e o teor de água num processo térmico influenciam tipo de cristalinidade do amido. Assim, para temperaturas elevadas e baixos teores de água o amido apresenta uma configuração cristalina do tipo A, mas para temperaturas baixas e elevados teores de amido a configuração é do tipo B (Wu e Sarko, 1978). Se a resistência do amido à acção α -amilase está relacionada com a estabilidade das regiões estáveis do amido, então é razoável supor-se que um aumento da estrutura dos grânulos para um estado físico mais estável pode estar associado com uma maior resistência dos grânulos de amido às enzimas. Com o aumento da estabilidade dos grânulos após tratamento hidrotérmico será de esperar um aumento no teor de AR (Thompson, 2000).

Em relação aos teores de AR nas farinhas das glandes secas a diferentes temperaturas, estas apresentam valores superiores aos das bolotas (Figura 5). Isto poderá ser devido também à presença de um teor de amilose mais elevado nas farinhas das glandes (Correia *et al.*, 2009b). É de salientar que, também nestes materiais, a tendência de o teor de AR aumentar com a temperatura de secagem também se verificou, sendo as explicações dadas para estes resultados aquelas que foram referidas para as castanhas.

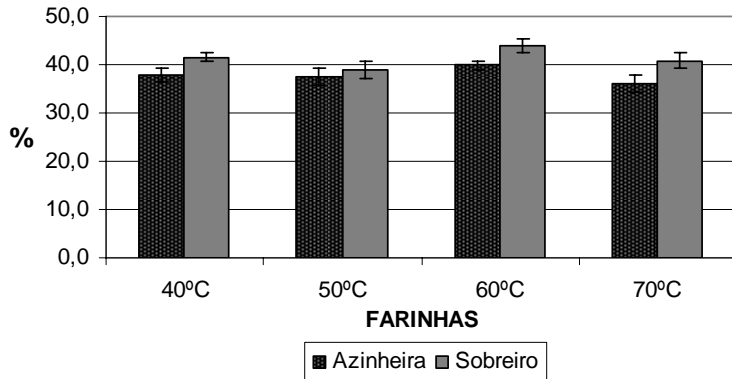


Figura 5. Teores de AR em relação ao amido total das farinhas de bolota (Azinheira) e de glande (Sobreiro) obtidas a diferentes temperaturas (40°C, 50°C, 60°C e 70°C) \pm Desvio-padrão.

Em relação à influência dos métodos de extracção dos amidos nos teores de AR, verificou-se que os amidos extraídos pelo método físico-químico apresentam valores ligeiramente superiores de AR quando comparado com o método enzimático, em todas as amostras (Figura 6). Basicamente, o que difere num tratamento e no outro é o tipo de tratamento inicial realizado nas farinhas. Enquanto no método físico-químico se procedeu a um alcalinização do meio e sua refrigeração, no método enzimático procedeu-se a um ataque das farinhas com enzimas proteolíticas, com o intuito de precipitar/degradar as proteínas presentes na amostra de modo a tornar mais fácil o processo de extracção do amido. Deste modo, pode-se concluir que possivelmente a diferença do teor de AR de um método para o outro pode ter duas causas. Primeira, o método enzimático provavelmente alterou em maior escala a estrutura cristalina dos amidos isolados, modificando-os. Belitz *et al.* (2004) referiram que valores elevados de conformação dupla helicoidal, semelhante à amilose tipo B, limitam a actividade das α -amilases. Segunda, o tratamento alcalino e as temperaturas baixas reforçaram a estrutura cristalina dos amidos, tornando-os mais resistente aos possíveis ataques das α -amilases. Qualquer tratamento que danifica a integridade da estrutura dos tecidos ou células, como é o caso da moenda, aumenta a susceptibilidade aos ataques enzimáticos, reduzindo o teor de AR, enquanto as recristalizações e as modificações químicas tendem a aumentar os seu teor (Sajilata *et al.*, 2006). Mais estudos deverão ser

desenvolvidos para se ficar a saber exactamente o que se passa durante este processos de extracção.

Considerando os dois métodos de extracção do amido, observou-se ainda que o teor de AR que a variedade Longal apresenta foi mais elevado do que o da variedade Martainha, mantendo a mesma tendência observada para as farinhas. No caso das duas espécies de *Quercus* os valores de AR apresentaram-se muito próximos, não existindo diferenças significativas ($p > 0,05$).

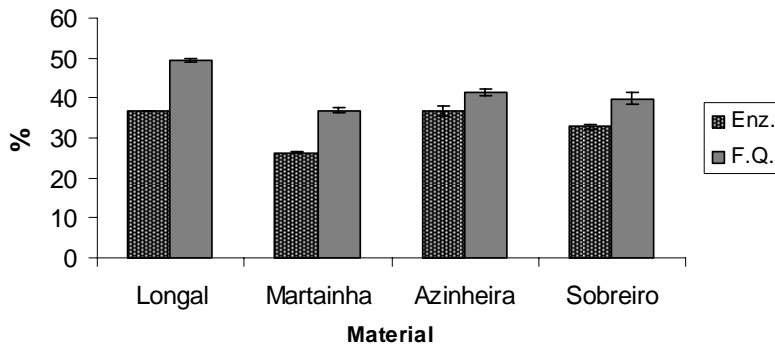


Figura 6. Representação da percentagem de AR em relação ao amido total dos amidos de castanha (Longal e Martainha) e bolota (Azinheira e Sobreiro) \pm Desvio-padrão, extraídos pelos processos Enzimático (Enz.) e Físico-Químico (F.Q.).

Segundo Thompson (2000) para aumentar os níveis de AR, mantendo-se a estrutura dos grânulos de amido, podem-se usar várias combinações de temperatura, humidade e tempo. Tecnicamente é possível aumentar o teor de AR nos alimentos modificando as condições dos processos, como é o caso do pH, temperatura de aquecimento, tempo, número de ciclos de aquecimentos e arrefecimentos, congelação e secagem.

Assim, e atendendo aos resultados, mais estudos deverão ser desenvolvidos para se ficar a saber exactamente o que se passa com as modificações dos grânulos de amido durante os processos de secagem dos frutos para produção de farinha e de extracção dos amidos neste tipo de matérias.

Conclusão

Através dos valores de AR obtidos para as farinhas, conclui-se que as farinhas da Martainha apresentam valores inferiores aos das farinhas da Longal. Nas farinhas de

bolota, os valores de AR são superiores aos apresentados pelas farinhas de sobreiro. Estabelecendo uma analogia entre as temperaturas de secagem e as diferentes percentagens de AR nas farinhas, pode concluir-se que à medida que a temperatura aumenta, o teor de AR também aumenta, embora quando se atinge a temperatura de 70°C a quantidade de amido resistente na amostra diminui ligeiramente.

Quanto aos valores de AR nos amidos da castanha, é na variedade Longal que estes são superiores. Quando comparado o teor de AR no amido da bolota, constatou-se que é o amido de Azinheira que exhibe um valor superior.

É o método físico-químico que apresenta maior teor de AR, levando a crer que é o processo de isolamento do amido que melhor preserva a estrutura dos grânulos dos mesmos.

Dado o teor elevado de AR tanto nas farinhas das castanhas, das bolotas e das glandes, secas a 60°C, assim como os amidos isolados das mesmas, e atendendo a que o AR tem combinações fisiológicas e propriedades funcionais comparáveis às fibras, pode-se adiantar que, possivelmente, este tipo de materiais apresentam um grande potencial para melhorar as propriedades dos alimentos que os contêm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELITZ H, Grosch W, Schieberle P. (2004). *Food Chemistry* (3rd revised edition). Springer. Berlin. Germany. Pág. 316-339.
- BIRD AR, Brown IL, Topping DL. (2000). Starches, resistant starches, the gut microflora and human health. *Current Issues in Intestinal Microbiology*, 1: 25-37.
- Cho S, Vries J, Prosky L (1997). Dietary fiber analysis and applications. AOAC International. Gaithersburg. USA.
- CORREIA, P; Leitão, A, Beirão-da-Costa, M. (2009a). The effect of drying temperatures on morphological and chemical properties of dried chestnut flours. *Journal of Food Engineering*, 90, 325-332.
- CORREIA, P; Leitão, A, Beirão-da-Costa, M. (2009b). Effect of drying temperatures on chemical and morphological properties of dried acorns flours. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 1729-1736.
- ENGLYST, HN, Kingman, SM, Cummings, JH. (1992). Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *European Journal of Clinical Nutrition*, 46, S33-S50.
- HARALAMPU, SG. (2000). Resistant starch- a review of the physical properties and biological impact of RS3. *Carbohydrate Polymers*, 41, 285-292.
- LIM, WJ, Liang, YT, Seib, PA, Rao, CS. (1992). Isolation of oat starch from oat flour. *Cereal Chemistry*, 69, 233-236.
- LIU Q. (2005). Understanding Starches and Their Role in Food. In: *Food Carbohydrates: Chemistry, Physical Properties, and Applications*. Ed. Cui S. CRC Press Taylor & Francis Group. New York. USA. Pág. 309-349.
- LOBO A, Silva G. (2003). *Amido resistente e suas propriedades físico-químicas*. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/rn/v16n2/a09v16n2.pdf>, consultado em 05/08/2007.
- MUN, S., Shin, M. (2006). Mild hydrolysis of resistant starch from maize. *Food Chemistry*, 96, 115-121.

- NIBA L. (2006). Carbohydrates: Starch. In: *Handbook of Food Science, Technology and Engineering*. Volume I. Ed. Hui, Y. Taylor & Francis Group. New York. USA. Pág. 3-14.
- NUGENT A. (2005). Health Properties of Resistent Starch. *Nutrition Bulletin*. Volume 30, Issue 1[on-line], British Nutrition Foundation. London.UK., pp. 27-54.
Disponível em <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/118671231/PDFSTART>, consultado em 23/06/2007.
- SAJILATA, MG., Singhal, RS., Kulkarni, PR. (2006). Resistant starch a review. *Comprehensive reviews in Food Science and Food Safety*, 5, 1-17.
- THOMAS, DJ, Atwell, W. (1999). *Starches*. Eagan Press. St. Paul, Minnesota. USA.
- THOMPSON, DB. (2000). Strategies for the manufacture of resistant starch. *Trends in Food Science & Technology*, 11, 245-253.
- WALTER M., Silva L., Emanuelli T. (2005) *Amido Resistente: Características Físico-Químicas, Propriedades Fisiológicas e Metodologias de Quantificação*. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/ct/v35n4/a41v35n4.PDF>, consultado em 23/06/2007.
- WU, HC, Sarko, A. (1978). The double helicoidal molecular structure of crystalline A-amylose. *Carbohydrate Research*, 61:7.