

## CONGELAMENTO E DESCONGELAMENTO DE BATATAS (Solanum tuberosum, L.)

PAULO SÉRGIO GROWOSKI FONTOURA \*\*  
MARIA LÚCIA MASSON \*\*  
ITAMIR VENTURA \*\*\*

Batatas cruas cozidas (com ou sem casca) foram acondicionadas em recipientes abertos ou em embalagens de polietileno e submetidas à temperatura de -25 C. Foram verificadas as variações de temperatura em relação ao tempo, no congelamento e descongelamento das amostras. Nas amostras descongeladas, foram observadas algumas alterações químicas, orgânicas e enzimáticas ocorridas durante e após o experimento. Foi constatada, por exemplo, a influência positiva da casca, como barreira natural na perda de água, e a influência da embalagem de polietileno e do escaldamento para melhor preservação das características do produto original. O ponto de congelamento observado esteve ao redor de -1,2 C.

### 1 INTRODUÇÃO

#### 1.1 Generalidades

O congelamento é um método de preservação de alimentos iniciado comercialmente nos Estados Unidos nos idos de 1929 e atualmente de grande aplicação na indústria.

O processo de congelamento é a submissão dos produtos a uma temperatura que leve parcialmente o suco celular à forma de cristais de gelo (8), isto é, temperaturas próximas à 0 C, que são efetivas para a redução do ritmo de respiração e do crescimento de microorganismos deterioradores (4).

Entretanto, para alguns produtos, por exemplo a batata (Solanum tuberosum, L.), esse método é prejudicial, trazendo consigo alterações irreversíveis para sua qualidade.

\* Trabalho realizado na disciplina de Tecnologia de Alimentos II do Curso de Pós-Graduação em Tecnologia Química da UFPR, com a orientação do Professor Hilmer A.J. Fugmann.

\*\* Professores do Departamento de Tecnologia Química da UFPR.

\*\*\* Aluno do Curso de Pós-Graduação em Tecnologia Química da UFPR.

O objetivo deste trabalho foi verificar o comportamento de batatas (cruas ou cozidas, com ou sem casca e embaladas ou não) quando submetidas a uma temperatura inferior ao ponto de congelamento e posterior descongelamento.

### 1.2 Congelamento

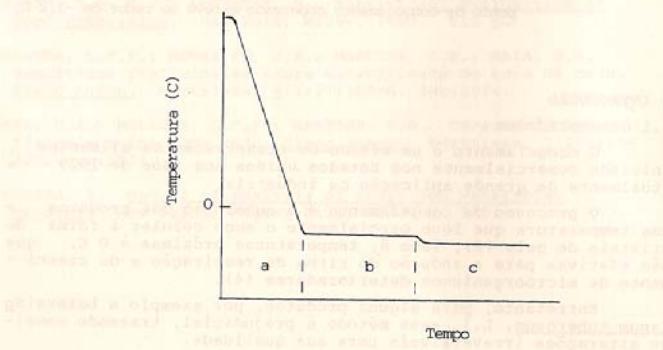
Segundo MONVOISIN (7), congelamento é o fenômeno de resfriamento suficientemente pronunciado para fazer passar os líquidos dos tecidos para o estado sólido.

Com o resfriamento pronunciado, há separação em duas fases: uma sólida, constituída de gelo e uma líquida, representada pela solução primitiva concentrada pela separação de uma parte do dissolvente no estado de gelo.

O ponto de congelamento de uma solução é menor do que aquele apresentado pelo solvente puro e portanto, o ponto de congelamento dos alimentos é menor do que da água pura (5). De modo geral, os alimentos congelam entre 0 e -4 °C (5,7). A temperatura do alimento permanece constante até que o alimento esteja congelado em sua maior parte. Depois desse tempo, a temperatura se aproxima à do congelamento médio.

A Figura 1 apresenta a curva teórica do congelamento de um alimento mostrando a variação da temperatura em relação ao tempo.

FIGURA 1 - Curva teórica do congelamento em alimento



HERRMANN (6) afirmou que o congelamento ocorre em três partes: a) esfriamento do produto desde a temperatura de ingresso no congelador até o ponto de congelamento, b) extração do calor de solidificação e, c) esfriamento do produto até a temperatura final.

O equilíbrio, isto é, a separação máxima do gelo à temperatura considerada, emprega certo tempo para estabelecer-se e durante esse tempo permanece invariável (7). Deduza-se que com um ajuste de esfriamento de temperatura constante obtém-se uma curva que apresenta na parte horizontal o princípio do congelamento.

Sabe-se que o tamanho e a localização dos cristais de gelo formados nos tecidos dependem da velocidade do congelamento e que a mesma deve ser tão rápida quanto possível para evitar alterações enzimáticas indesejáveis.

A velocidade de congelamento depende da diferença de temperatura do produto a congelar, do fluido refrigerante e de fatores de resistência, tais como: velocidade do ar, tamanho, geometria e composição do produto.

No congelamento lento, a formação do gelo determina um aumento da pressão osmótica extracelular. A água sai por difusão das células e nos espaços intercelulares por solidificação em grandes cristais (de até 150  $\mu$ ) que deformam grandemente as células.

No congelamento mais rápido, a formação de gelo começa igualmente nos espaços intercelulares, mas difundem-se tão lentamente que não se pode alcançar o estado de equilíbrio com o conteúdo celular, sem formação de cristais de gelo no interior das células. Forma-se um número muito maior de cristais de grau fino e substancialmente menores, que se distribuem quase uniformemente por todo o tecido. Dessa forma, os processos de alteração na miscibilidade dos componentes tissulares e de difusão se reduzem, produzindo menos perdas por exsudações durante o descongelamento.

De acordo com a teoria do dano do cristal, o crescimento de cristal de gelo diminui em geral a qualidade do produto (4).

Um dos principais danos causados no congelamento é a flacidez, que se deve à modificação do conteúdo das células, reduzindo o apoio às suas paredes. A perda dos sucos das plantas não é causada pela ruptura das paredes celulares, mas sim pela precipitação irreversível do conteúdo das células, liberando a água retida pelas células e também a água presente nos vacúulos, sendo esta não reabsorvida no degelo.

Os alimentos para congelamento devem ser empacotados para protegê-los da desidratação por sublimação durante o congelamento pelo ar e em todas as condições de armazenamento (4).

### 1.3 Descongelamento

O descongelamento não é exatamente igual ao inverso do congelamento (4). Quando o produto foi congelado lentamente, em condições flutuantes de temperatura, permitindo que cristais cresçam, as células se rompem e não podem voltar ao seu estado original depois de descongelado, pois, parte do fluido resultante do descongelamento não é reabsorvido e aparece como líquido.

livre (7).

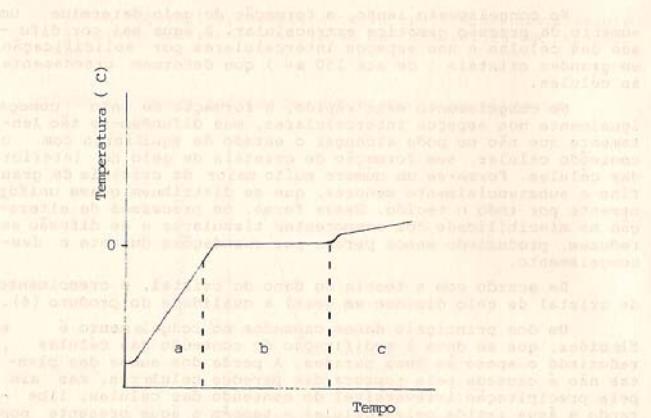
Após o congelamento, com a desorganização dos tecidos, esses se tornam permeáveis e liberam enzimas que no descongelamento, em particular as enzimas oxidantes, causam várias alterações (químicas e enzimáticas).

O produto degelado é muito flácido e, em geral libera muito líquido dos tecidos.

A Figura 2 apresenta a curva teórica característica do descongelamento de um alimento.

Na primeira parte da curva (a), a temperatura se eleva rapidamente e a transmissão de calor exterior se efetua com bastante facilidade, em consequência da condutividade do gelo. No equilíbrio (b), ocorre a separação máxima do gelo à temperatura considerada, com igual significado existente no congelamento. E finalmente (c), quando desaparecido o gelo, a temperatura se eleva lentamente devido a débil condutividade da água.

FIGURA 2 - Curva teórica de descongelamento de um alimento.



#### 1.4 Congelamento e descongelamento de batatas

Nem todo alimento depois da operação de descongelamento poderá ser consumido. Alguns sofrem mudanças irreversíveis, que os tornam bem diferentes do original, principalmente quanto à textura, aroma, cor, sabor e composição química. Por isso, nos Estados Unidos e Europa, no período de inverno rigoroso, vagões empregados para o transporte desses produtos são isolados mediante piso falso, parede dupla, e grande quantidade de palha.

As batatas, por exemplo, não suportam temperaturas abaixo de 0 C. Seu ponto de congelamento se verifica entre -2,2 a -1,1 C, sendo a causa da destruição dos tecidos e posteriores

podridões (1,3).

No momento da colheita, a batata apresenta 64-69% de água, a qual não se congela totalmente (7). As principais alterações que ocorrem no congelamento são o adoçamento, o enegrecimento e a flacidez.

As batatas quando congeladas se tornam translúcidas e resulta numa significante transformação do amido em sacarose. Armazenadas a 4,4 C, apresentam quatro a cinco vezes mais açúcar do que armazenadas a 10 C e vinte vezes mais, à temperatura de 1,1 C (7).

Segundo BOOCK (2) em temperatura abaixo de 6 C o teor de açúcar aumenta pela diminuição da respiração e intensificação da hidrólise.

A pele tem grande importância na limitação da perda de água. Uma batata descascada perderá peso ao redor de dez vezes mais rapidamente do que outra sem descascar. Durante a primeira semana depois do congelamento, a pele tende a quebrar-se, enrijecer-se e a proporção de perda de peso poderá ser cinco vezes superior do que a batata sem descascar.

O escaldamento de tubérculos poderá ser utilizado para evitar o enegrecimento apresentado pela ação dos fermentos oxidantes no momento do congelamento. O tempo de escaldamento será reduzido se adicionado de ácido ascórbico ou cítrico.

As batatas não branqueadas deterioram-se rapidamente quanto à cor, sabor e cheiro. Desenvolvem cheiro e gosto parecido com o do feno.

Segundo a intensidade do congelamento, assim será o número de células afetadas, que podem variar, tomando a forma de pontos negros azulados no anel vascular até afetar todo o tubérculo. Quando ocorrer o último caso, ao descongelar-se, a batata se apresentará totalmente flácida, seguindo-se de uma invasão bacteriana e putrefação.

A alteração denominada "coração negro" se deve a uma redução de oxigênio no centro do tubérculo ocasionado, em geral, por elevada temperatura de armazenamento (superior a 35 C).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Materiais

Foram utilizados 5kg de batatas, (*Solanum tuberosum*), variedade "Bentge" com bom aspecto de conservação e pouca variação no peso e diâmetro.

As amostras foram adquiridas no comércio local, desconhecendo-se procedência e data de colheita.

### 2.2 Métodos

As batatas foram pesadas, lavadas em água corrente, a metade descascadas e novamente lavadas. Posteriormente, algumas batatas sem casca foram cozidas, em água fervente, por quinze minutos. Três amostras (batata crua sem casca, batata crua com casca e batata cozida sem casca) foram acondicionadas em recipientes abertos (amostras A, C, E) e em embalagens plásticas de polietileno (amostras B, D, F) com o objetivo de verificar-se a influência da embalagem na conservação das amostras. Desse modo foram obtidos os seguintes tratamentos apresentados no Quadro 1.

No centro de algumas batatas (amostras A, C, E) foram colocados termômetros para verificação da variação da temperatura em relação ao tempo.

Quadro 1 - Amostras e tratamentos

Amostras	tratamento
A	batata crua, sem casca, recipiente aberto
B	batata crua, sem casca, embalagem de polietileno
C	batata crua, com casca, recipiente aberto
D	batata crua, com casca, embalagem de polietileno
E	batata cozida, sem casca, recipiente aberto
F	batata cozida, sem casca, embalagem de polietileno

Após a preparação, as amostras foram levadas ao interior de um "freezer doméstico".

A temperatura inicial no centro das amostras cruas era de 19 C e das amostras cozidas de 58 C. Foram realizadas leituras de trinta em trinta minutos.

Após o congelamento, as amostras foram retiradas do congelador e realizadas leituras de temperatura no descongelamento de hora em hora.

A temperatura ambiente variou durante o experimento de 11 a 14 C.

Realizado o descongelamento, foram avaliadas visualmente a cor, textura e aspectos internos e externos em todas as amostras.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no congelamento das amostras acondicionadas em recipientes abertos estão contidos na Tabela 1.

TABELA 1 - Variação da temperatura em relação ao tempo no congelamento.

Tempo (h)	Temperatura (C)		
	A	C	E
0	19,0	19,0	58,0
1/2	15,0	14,0	32,0
1	11,0	8,0	12,0
1 1/2	4,0	5,5	4,0
2	1,0	3,0	0,0
2 1/2	0,0	0,0	-0,4
3	-0,6	-1,0	-0,8
3 1/2	-0,8	-1,2	-0,8
4	-1,2	-1,2	-0,8
4 1/2	-1,2	-1,2	-0,8
5	-1,2	-1,2	-0,8
5 1/2	-1,2	-1,2	-1,0
6	-1,2	-1,2	-1,2
6 1/2	-1,2	-1,2	-1,2
7	-1,2	-1,2	-1,2
7 1/2	-1,2	-1,2	-1,2
8	-1,2	-1,2	-1,2

A primeira amostra a alcançar o seu ponto de congelamento foi a amostra E (cozida e sem casca) em três horas, seguida da amostra C (crua e com casca) e finalmente da amostra A (crua e sem casca).

O ponto de congelamento das amostras cruas foi ao redor de -1,2 C e para as batatas cozidas, -0,8 C. O Gráfico 1 apresenta a variação da temperatura em relação ao tempo no congelamento das batatas.

No descongelamento, os resultados obtidos na variação da temperatura em relação ao tempo são apresentados na Tabela 2.

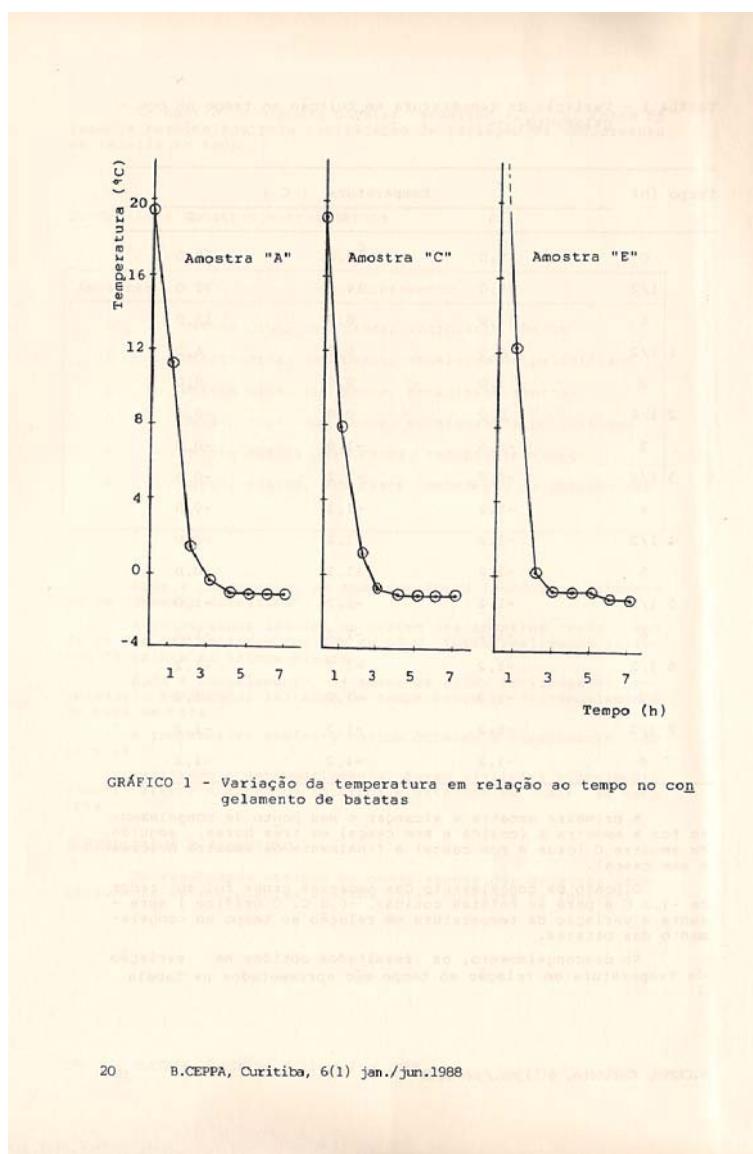


TABELA 2 - Variação da temperatura em relação ao tempo no des-congelamento.

Tempo (h)	Temperatura ( C )		
	A	C	E
0	-25,0	-25,0	-25,0
1	-5,3	-4,6	-4,3
2	-3,8	-2,2	-2,2
3	-3,4	-1,6	-1,8
4	-3,1	-1,2	-1,4
5	-2,0	-0,7	-1,0
6	-1,0	-0,1	-0,8
7	2,6	1,0	-0,5
8	5,9	3,1	-0,2
9	7,4	4,6	0,3
10	8,3	6,5	4,1
11	8,8	7,9	7,6
12	10,0	8,5	8,2
13	10,2	8,8	8,3

Na primeira hora de descongelamento a amostra E (cozida e sem casca) foi a que sofreu maior variação de temperatura, 20,7 C; seguida da amostra C (crua e com casca), 20,4 C e da amostra A (crua e sem casca), 19,7 C.

Com relação à avaliação das modificações na textura, constatou-se que a estrutura dos tecidos foi alterada pelo congelamento em todas as amostras. A textura após o descongelamento apresentou-se mole, elástica, bastante alterada com relação à textura normal.

A cor das amostras revelou os seguintes aspectos: as amostras cozidas não apresentaram mudanças significativas na cor, entretanto, nas batatas descascadas e cruas, verificou-se manchas negras, provenientes da ação enzimática.

Ao analisar essas duas características, notou-se que as batatas eram impróprias para consumo, realçadas pela presença de odores desagradáveis.

Quanto ao aspecto, as batatas embaladas em polietileno apresentaram melhores características visuais do que aquelas acondicionadas em recipientes abertos, que estavam flácidas e com a pele enrugada.

#### 4 CONCLUSÃO

- 4.1 A casca foi uma barreira natural para a perda da água.
- 4.2 O congelamento de batatas cruas foi obtido à temperatura

- ao redor de -1,2 C.
- 4.3 As batatas armazenadas, à temperatura de congelamento apresentaram danos prejudiciais ao tubérculo, como odores desagradáveis, flacidez, pele enrugada e manchas negras.
- 4.4 As amostras embaladas em polietileno apresentaram um melhor aspecto do que às condicionadas em recipientes abertos.
- 4.5 O cozimento reduziu a ação de enzimas oxidativas.
- 4.6 As batatas congeladas apresentaram-se impróprias para uso alimentício devido às características negativas que se desenvolveram durante o processo de congelamento.

#### Abstract

Crude and cooked potatoes (with and without peel) were packed into opened containers or polyethylene bags and exposed at -25 C. It was ascertained the temperature variations in respect to time, for the freezing and defrosting of potato samples. By defrosting the products were observed some chemical organoleptic and enzymatic changes that happened during and after the proceedings. It was identified the positive influence of skin as natural barrier for water lost, the influence of polyethylene bags and of the scalding for the best preservation of the characteristics of the original product. The freezing point was around -1,2 C.

#### REFERÉNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 AMARAL, J.D. A conservação de batata. Lisboa, Sá da Costa, 1955. 394 p.
- 2 BOOCK, O.J. Conservação de batata. In: MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Tecnologia e produção de batatas semente. Brasília, M.A., 1976. p. 173-92.
- 2 CULLEN, J.C. & WILSON, A.R. Producción comercial de patatas y su almacenamiento. Zaragoza, Acribia, s.d. 291 p.
- 3 DESROSIER, N.W. Conservacion de alimentos. México, Continental, 1964. 468 p.
- 4 GAVA, A.J. Principios de tecnologia de alimentos. 3 ed. São Paulo, Nobel, 1981.
- 6 HERRMANN, K. Alimentos congelados: tecnologia y comercialización. Zaragoza, Acribia, 1976. 285 p.
- 7 MONVOISIN, A. Conservacion por el frio. Barcelona, Reverté, 1953. 579 p.
- 8 REIS, F.M. A utilização do frio alimentar. Lisboa, Clássica, s.d. 259 p.