

INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Apesar de resultar na conservação do alimento durante longos períodos, a formação de cristais de gelo é uma das principais causas de modificações indesejáveis durante o congelamento.

Independentemente da taxa de congelamento, durante a estocagem do material congelado o número de cristais diminui, enquanto o tamanho médio de cada cristal aumenta. Isto ocorre especialmente sob flutuações de temperatura e, em alguns casos, pode acarretar o rompimento do tecido e perda de qualidade do alimento, especificamente em matérias primas vegetais.

Devido a essa queda de qualidade dos produtos congelados, a morfologia de cristais de gelo tem sido estudada por alguns pesquisadores por meio do monitoramento da velocidade e tempo de congelamento, de modo a tentar minimizar os danos de acordo com o ajuste da velocidade da remoção de temperatura do processo.

O Amido é um dos componentes majoritários da maioria dos vegetais (de 70 a 80%). Devido ao crescimento do consumo de hortaliças congeladas e de produtos adicionados de amido (amplamente aplicado como espessante e estabilizante) é importante estudar a relação da taxa de congelamento com o crescimento dos cristais de gelo em produtos estocados sob oscilação de temperatura, panorama constante da estocagem doméstica.

Para tanto, no presente trabalho, congelou-se soluções de fécula de batata em diferentes concentrações, sob três taxas diferentes de congelamento, e avaliou-se a morfologia dos cristais de gelo de amostras submetidas à estocagem em um congelador comum (-18°C ± 5°C).

METODOLOGIA

As soluções de amido foram preparadas a 25, 25 e 30% e cozidas até a temperatura de gelatinização do amido de batata (56 a 66°C). Depois, foram vertidas em placas de Petri, refrigeradas e congeladas em cada um dos três congeladores, sendo eles:

- 1) Congelamento A: congelador doméstico à -20°C (convecção natural);
- 2) Congelamento B: túnel de convecção forçada;
- 3) Congelamento C: imersão direta em nitrogênio líquido à -196°C.

Para as medidas de temperatura dos equipamentos e da amostra, foram utilizados termopares. Durante os congelamentos, os dados por sistemas aquisitores e registradores Field Logger (Novus) ou Data Logger.

Depois de congeladas, as amostras foram liofilizadas nos determinados tempos de estocagem propostos. Posteriormente, para visualizar os orifícios formados pela liofilização nos locais ocupados pelos cristais de gelo, extraiu-se finas lâminas de amostra com um bisturi, corando-as com uma solução de Lugol comercial diluída 1:10 com água destilada. Finalmente, as lâminas foram submetidas à microscopia ótica e fotos foram obtidas a partir de um sistema de aquisição de imagens acoplado ao microscópio.

Depois de obtidas as fotos, cada imagem foi analisada utilizando o software ImageJ. As áreas dos cristais selecionando em cada foto foram isoladas e, entre outros dados, obteve-se o diâmetro específico de cada poro.

RESULTADOS

1. Dados do Congelamento

Elaborou-se a curva de congelamento para cada amostra e, a partir dela, determinou-se o ponto de congelamento P_{IC} [°C] e a velocidade de congelamento V_c [°C/s] de cada amostra, cujos valores médios e desvios estão disponíveis na Tabela 1. Os P_{IC} [°C] do Congelamento C não puderam ser determinados devido à queda abrupta de temperatura, impossibilitando a visualização deste ponto na curva.

Tabela 1. P_{IC} [°C] e V_c [°C/s]

Cong.	Conc. [%]	P_{IC} [°C]	V_c [°C/s]
A	20	-0,23±0,055	0,0069±0,00083
	25	-0,42±0,030	
	30	-0,58±0,050	
B	20	-0,20±0,020	0,029±0,0053
	25	-0,48±0,045	
	30	-0,53±0,025	
C	20	-	0,59±0,13
	25	-	
	30	-	

Utilizando a tabela de DINÇER (2003) adaptada para valores em °C/s, classificou-se os congelamentos como:

- 1) Congelamento A: congelamento médio;
- 2) Congelamento B: congelamento rápido;
- 3) Congelamento C: congelamento ultra-rápido.

Pelos dados obtidos, é possível observar que P_{IC} em cada congelamento apresentam diferença de valor para concentrações diferentes. Por sua vez, para a mesma concentração e diferentes congelamentos, os P_{IC} são semelhantes, e menores quanto maior é a concentração da solução de amido.

Nota-se também que as velocidades de congelamento são semelhantes para as três concentrações, dentro de cada congelamento

2. Dados da Amostra Liofilizada

A partir de cem fotografias tiradas das amostras liofilizadas e laminadas, em cada tempo de estocagem, obteve-se o diâmetro específico médio de cada amostra.

O comportamento do diâmetro específico (Φ , [μm]) ao longo do tempo de estocagem [t, dias] pode ser visto na Figura 1, para as amostras em duplicata.

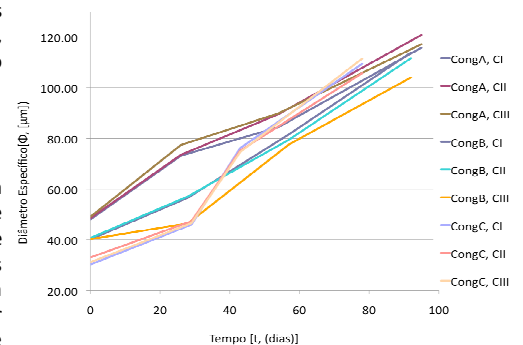


Figura 1. Curva t [dias] por Φ [μm]

- [1] A Figura 2 mostra um exemplos de micrografias. Nas imagens, obtidas de um gel de amido a 25% liofilizado, destaca-se um poro devido a um cristal de gelo e um grânulo de amido no tempo zero e no tempo final de estocagem, da esquerda para a direita.

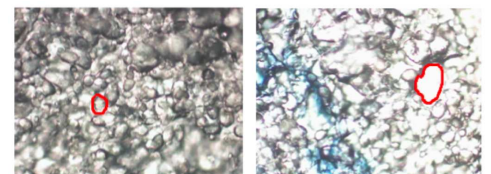


Figura 2. Exemplo de micrografias

CONCLUSÕES

É possível concluir que o comportamento da curva da Figura 1 aproxima-se, para soluções de fécula de batata, às curvas encontradas na literatura para outros materiais. É possível notar que os diâmetros equivalentes de todas as amostras começam a se aproximar a um valor em comum mesmo com apenas cerca de 100 dias de estocagem, indicando um provável comportamento estável em períodos mais longos de estocagem.