



Estudo da correlação entre as características físico-químicas do açúcar não centrifugado e a formação de acrilamida

Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC)

Aluna: Juliana Damasceno Villani

Orientadora: Prof.^a Adriana Pavesi Ariseto Bragotto

Coorientadora: Sandra Henao Toro

O projeto

A acrilamida é uma substância química presente em inúmeros alimentos que são submetidos a processos térmicos. Estudos apontam que essa substância pode ser considerada tóxica ao sistema nervoso humano, além de já ter sido confirmado através de estudos experimentais que apresenta propriedades carcinogênicas em animais. O açúcar não centrifugado (ANC) é um alimento que possui o tratamento térmico como uma de suas etapas de produção, além de conter aminoácidos e açúcares redutores em sua composição, que são considerados compostos precursores da acrilamida. A junção desses fatores favorece a possível formação de acrilamida em ANC, o que necessita ser estudado, pois acaba sendo um fator de risco para a saúde humana.

Sobre o ANC e a acrilamida

O açúcar não centrifugado (ANC), também conhecido no Brasil como “rapadura”, é um produto sólido obtido através da extração e evaporação do caldo da cana-de-açúcar. É considerado mais vantajoso nutricionalmente em comparação com o açúcar refinado tradicional devido à alta retenção de constituintes do próprio caldo de cana-de-açúcar,

principalmente minerais, mas também vitaminas e outros micronutrientes.

O processo que origina o ANC, mesmo sendo diferente entre países, tem como base a moagem da cana-de-açúcar, a clarificação do caldo e sua evaporação até a concentração desejada. A etapa de clarificação consiste em submeter o caldo de cana ao aquecimento com o objetivo de eliminar impurezas. Após alguns estudos realizados, foi revelada a presença significativa de um composto tóxico e provavelmente carcinogênico em humanos, denominado acrilamida.

O principal mecanismo de formação da acrilamida em alimentos é a reação de Maillard entre aminoácidos e açúcares redutores, quando expostos a altas temperaturas. Muitos alimentos como café, batata e torradas, que passam por tratamento térmico, possuem níveis significativos dessa substância. As concentrações variam com o tempo de tratamento, modo de aquecimento e podem até ser relacionadas com o escurecimento do produto. Dessa forma, a determinação e o estudo das características físico-químicas do ANC e sua correlação com a formação de acrilamida no alimento foram realizadas com o objetivo de usar novas abordagens que possam ajudar na redução da concentração da acrilamida.

Objetivo do projeto

O principal objetivo do projeto foi o estudo da correlação entre as características físico-químicas do ANC e a formação de acrilamida. Para isso, os objetivos específicos foram:

- Analisar as características físico-químicas de amostras de ANC de diferentes países. As características avaliadas serão: teor de açúcares redutores, teor de umidade, pH e cor;
- Avaliar o teor de acrilamida das amostras;
- Realizar uma análise multivariada correlacionando o teor de acrilamida no ANC de diferentes países com suas características físico-químicas.

Resultados

Umidade

A determinação da umidade foi realizada em triplicata de acordo com o método oficial AOAC para açúcares utilizando secagem à vácuo. De acordo com o gráfico “Umidade por formato”, conclui-se que o ANC em bloco possui um teor de umidade mais alto que o ANC granulado. A baixa umidade presente nas amostras granuladas é resultado de uma evaporação em nível mais elevado do caldo da cana-de-açúcar. Ambos os processos possuem as mesmas etapas iniciais e diferem na etapa de concentração.



A comparação do teor de umidade das amostras de ANC entre os diferentes países de origem, apresentada no gráfico “Umidade por país”, revela que as amostras originadas no Peru são as que apresentam o menor teor de umidade e as que são de origem do Brasil são as que apresentam os maiores valores de umidade. Isso pode ser explicado pela relação do formato do ANC com a

umidade. Todas as amostras provenientes do Brasil são em formato bloco, enquanto que todas as amostras do Peru são em formato granulado, sem exceções.



Como comprovado na literatura, a umidade das amostras de ANC em bloco é maior que das amostras granuladas, apresentando valores que variam de 6,0-9,0% e 4,0-5,0%, respectivamente.

Cor

A determinação da cor do ANC foi realizada através da metodologia CIELAB, utilizando o método oficial AOAC para açúcar bruto de cana, que exclui a refletância especular.

Todos os parâmetros apresentados no gráfico “Cor por formato” expressam diferença entre os dois tipos ANC, concluindo que as amostras granuladas são mais claras, isto é, mais iluminadas que as amostras em bloco, principalmente por apresentarem o maior valor do parâmetro “L”, que é expresso pela proporção de luz emitida.

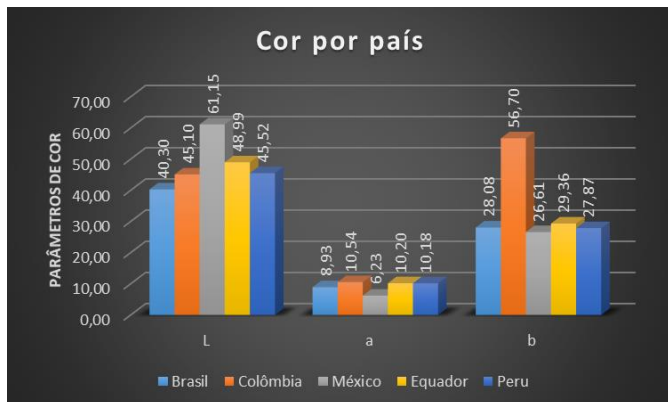


A fácil solubilidade é uma das principais qualidades exigidas quando se trata do ANC granulado. Para conferir alta solubilidade, o produto deve reter a maior parte de compostos de baixo peso molecular, enquanto que os compostos de alto

peso molecular devem ser a minoria. Esses, por sua vez, são as melanoidinas, que conferem os pigmentos marrons escuros, explicando que a baixa presença deles influencia na obtenção de amostras granuladas com coloração mais clara.

Os compostos escuros são formados durante a extração e aquecimento do suco de cana. Dessa forma, o esperado era que as amostras de ANC granuladas, que são mais expostas ao aquecimento, apresentassem um produto com mais compostos escuros que o ANC em bloco, porém os resultados obtidos no projeto mostram o oposto.

O gráfico “Cor por país” mostra que o Brasil é o país que fabrica o ANC de coloração mais escura, quando comparado com os outros países. Isso pode estar relacionado com o fato de que todas as amostras brasileiras, sem exceção, são em formato bloco.



pH

A determinação do pH das amostras de ANC foi realizada em duplicata com um medidor de pH. Analisando os gráficos “pH por formato” e “pH por país”, nota-se que os valores de pH obtidos foram muito próximos, independente do formato do ANC ou do país de origem.

O caldo da cana-de-açúcar obtido após a moagem apresenta em média um valor de pH de

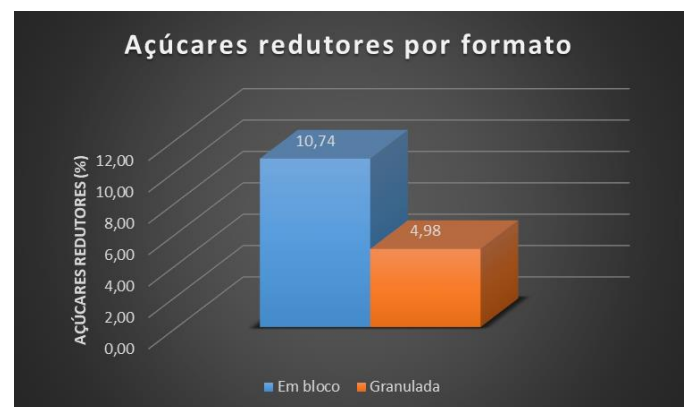


5,0-5,2 e esse valor, medido novamente após a etapa de clarificação, é visto como um parâmetro importante para garantir que a etapa foi realizada de uma maneira eficiente. O valor mínimo de pH estimado após a clarificação é de 5,8 e um pH no intervalo de 6,0-6,5 aponta que a clarificação foi eficaz. Os valores de pH evidenciados na literatura são de 6,1 para as amostras de ANC granuladas e 5,9 para as amostras em bloco, ambos um tanto abaixo dos encontrados nas análises do projeto.



Açúcares redutores

A determinação do teor de açúcares redutores presentes nas amostras de ANC foi realizada em triplicata de acordo com o método oficial AOAC para açúcares, utilizando o método volumétrico Lane-Eynon com o uso do reagente de Fehling.

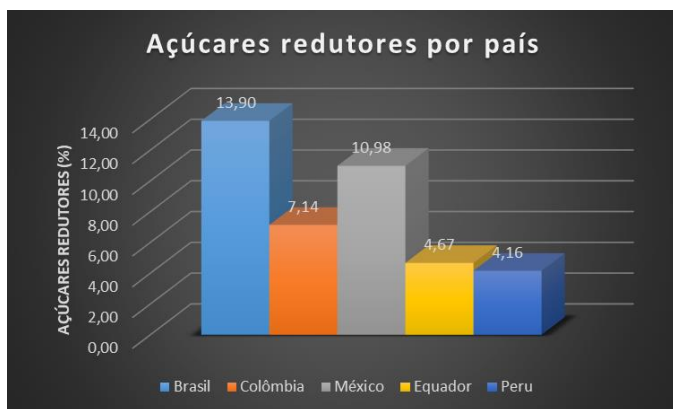


O gráfico “Açúcares redutores por formato” mostra uma significativa diferença entre o teor de açúcares redutores presentes nos dois diferentes formatos que o ANC é comercializado.

Os produtos alimentícios que apresentam teores significativos de açúcares redutores tendem a reter mais umidade e também possuem menor propensão à cristalização. Correlacionando a presença de açúcares redutores e a formação de

cristais, espera-se que os ANC granulados apresentem um menor teor de açúcares redutores, quando comparados com os ANC em bloco, devido à necessidade de atingir a cristalização durante o processo e ainda mantê-la durante o armazenamento.

De acordo com a literatura, o intervalo médio do valor de açúcares redutores no ANC é de 5,5-10,0%, concluindo que os valores obtidos nas análises do projeto estão conforme o esperado.

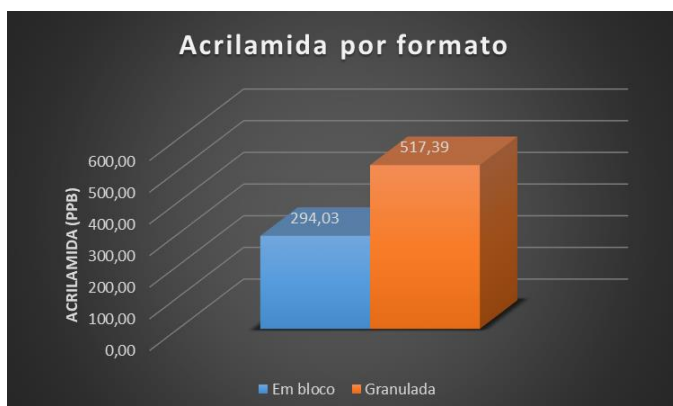


Ao observar o gráfico “Açúcares redutores por país”, conclui-se que o Brasil é o país que apresenta os ANC com o maior valor de açúcares redutores e o menor valor é representado pelo Peru. Considerando que todas as amostras de ANC nacionais são em formato bloco, é esperado que a porcentagem de açúcares redutores seja alta.

Acrilamida

A determinação de acrilamida presente nas amostras de ANC foi realizada empregando-se a técnica de cromatografia líquida de ultra eficiência acoplada à espectrometria de massas (UPLC-MS/MS).

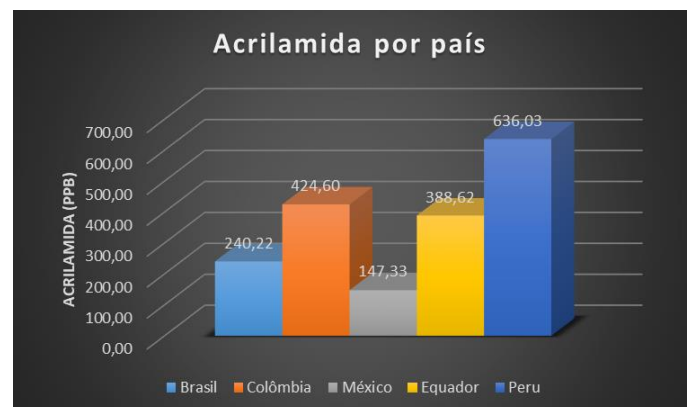
Conforme os valores apresentados no gráfico “Acrilamida por formato”, nota-se que as amostras de ANC granuladas apresentam um maior



teor de acrilamida quando comparadas com as amostras em bloco.

A acrilamida é formada durante o processo de obtenção do ANC através da reação de Maillard entre açúcares redutores e aminoácidos, presentes no suco de cana, quando submetidos ao aquecimento. De acordo com a literatura, o tempo de exposição à altas temperaturas durante o processamento do ANC aumenta o teor de acrilamida presente no produto final. Dessa forma, a maior presença de acrilamida nas amostras de ANC granuladas, quando comparadas com as amostras em bloco, pode ser explicada pelo tempo de duração e pela maior intensidade das etapas de evaporação e concentração na obtenção do ANC granulado.

Na literatura, a média do teor de acrilamida em amostras de ANC granuladas e em bloco é de 812 µg/kg e 540 µg/kg, respectivamente. Os valores encontrados nas análises desse projeto foram abaixo da média mostrada pela literatura, o que pode estar relacionado com a diversificação da origem das amostras.

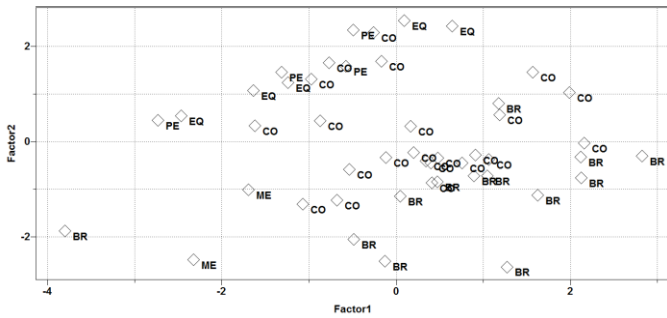


No gráfico “Acrilamida por país”, nota-se que o México é o país que apresenta o ANC com menor presença de acrilamida e o Peru é o país que se destaca com o maior valor de acrilamida presente no ANC. A explicação mais provável para essa diferença encontrada nos ANC de origens distintas, além de ser a possível mudança das variáveis de processo, como concentração, temperatura e tempo, é o formato do produto.

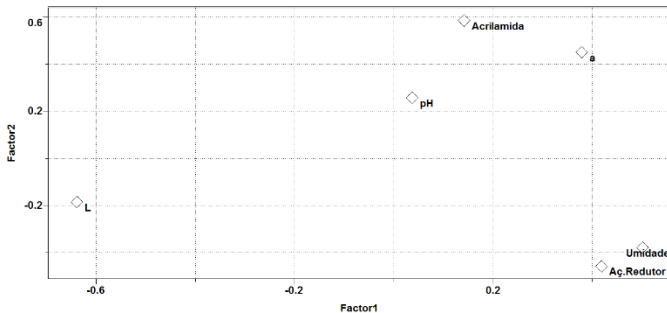
PCA

O primeiro gráfico do PCA abaixo se refere às amostras e é possível notar que não houve uma boa separação/agrupamento delas de acordo com o país de origem. Possivelmente podemos considerar

uma separação de dois grupos: um grupo formado pelas amostras do Equador e Peru e outro grupo formado pelas amostras da Colômbia e Brasil.



O segundo gráfico do PCA abaixo refere-se às variáveis e é possível verificar que o teor de acrilamida está correlacionado com o pH e o valor do parâmetro de cor “a”, pois estão no mesmo quadrante do gráfico. Os teores de umidade e açúcares redutores estão bastante correlacionados, já que estão bem próximos no mesmo quadrante, no entanto, eles não estão tão associados com o teor de acrilamida como o pH e o valor de “a”, pois estão mais distantes.



Conclusão

Em geral, as análises físico-químicas realizadas em conjunto com a determinação de acrilamida, apontam que a variabilidade encontrada entre as amostras de ANC se dá, principalmente, pela distinção entre o processamento dos dois tipos de formatos existentes do alimento.

Com relação à coloração, os resultados obtidos no PCA mostram uma grande correlação entre o teor de acrilamida e o parâmetro de cor “a”, representado por compostos de coloração vermelho/verde. Dessa forma, é possível relacionar a intensificação da formação desses compostos com a maior potência da etapa de evaporação e concentração no processamento do ANC granulado.

As análises de açúcares redutores foram as que levantaram uma maior discussão em função da correlação existente entre as propriedades do ANC e a presença de acrilamida. A primeira hipótese indica que os açúcares redutores não são o fator determinante para a formação de acrilamida nos ANC. Mesmo sendo considerados um dos principais precursores para a formação de acrilamida, o teor de açúcares redutores presentes no ANC granulado é menor em relação ao ANC em bloco, enquanto que o oposto ocorre com a presença de acrilamida. Dessa forma, uma das possíveis conclusões é que, além da presença do aminoácido asparagina como precursor principal, o tempo e a intensidade da evaporação e concentração do suco de cana durante o processamento são mais relevantes para a formação de acrilamida do que a presença de açúcares redutores. Em contrapartida, outra possível hipótese para correlacionar os dois fatores é considerar que a menor presença de açúcares redutores no ANC granulado se deve pelo maior consumo desses na reação de formação da acrilamida durante o processamento, gerando um produto final com menor teor de açúcares redutores e maior concentração de acrilamida.

A diferença encontrada nas amostras de ANC provenientes de países distintos, além de estar relacionada com o tipo de formato que prevalece em cada local, também é explicada pela diversificação das etapas do processamento.

A partir das correlações encontradas, algumas estratégias relacionadas à etapa de aquecimento podem ser pensadas e elaboradas com o objetivo de diminuir a formação de acrilamida no ANC, tendo em vista que esse está entre os alimentos que se destacam devido à alta presença dessa substância. Apesar do ANC granulado apresentar maior vida útil e maior semelhança com o açúcar tradicional em relação à utilidade, o ANC em bloco pode ser considerado mais aceito em termos de segurança para a saúde humana.