

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

AMANDA LAIS DA ROCHA

**PLANEJAMENTO DE MISTURAS APLICADO AO USO DE
MELHORADORES DE FARINHA PARA PANIFICAÇÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

LONDRINA
2014

AMANDA LAIS DA ROCHA

**PLANEJAMENTO DE MISTURAS APLICADO AO USO DE
MELHORADORES DE FARINHA PARA PANIFICAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2 do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, câmpus Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientador: Prof. Ma. Natália Vicente de Rezende Mudenuiti.

LONDRINA
2014

TERMO DE APROVAÇÃO

**PLANEJAMENTO DE MISTURAS APLICADO AO USO DE MELHORADORES DE
FARINHA PARA PANIFICAÇÃO**

AMANDA LAIS DA ROCHA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 04 de Dezembro de 2014 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Natália Vicente de Rezende Mudenui
Prof.(a) Orientador(a)

Isabel Craveiro Moreira Andrei
Prof.(a) Banca Examinadora

Caroline Maria Calliari
Prof.(a) Banca Examinadora

Dedico este trabalho à minha família,
principalmente, a meu pai e minha mãe,
que me apoiaram desde o começo.
Aos meus professores, cada um deles,
desde a que me ensinou a ler, até o que
me ensinou a ser grande e a não ter
medo de desafios.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela força, durante esses anos que fiquei longe da minha família e pelas minhas conquistas.

A todos que me apoiaram familiares, amigos, e meu amigo e namorado em especial Nathan Bueno dos Santos, que conheci quando entrei na faculdade e ainda está comigo desde então.

Agradeço a minha orientadora Profa. Ma. Natália Vicente de Rezende Mudenucci, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Aos meus colegas de sala, que me deram muitos momentos especiais.

Toda equipe de professores do curso de Tecnologia em Alimentos.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

ROCHA, Amanda L. **Planejamento de misturas aplicado ao uso de melhoradores de farinha para panificação**. 2014. 40f. Projeto do Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2014.

O uso de melhoradores na panificação tem o intuito de auxiliar nos quesitos desejáveis em pães, como aumento de rendimento, da maciez, vida útil e diminuição do tempo de crescimento das massas, possibilitando a economia de matérias-primas e tornando o processo produtivo mais eficaz. O planejamento de misturas determinou as concentrações de ácido ascórbico, alfa amilase e estabilizante mono e diglicerídeos de ácidos graxos (DS-190). Foi realizada a panificação experimental e analisados volume específico, textura, cor e análise da estrutura por imagem. O DS-190 contribuiu positivamente para a diminuição do tamanho dos poros, aumento da maciez e do volume específico dos pães e negativamente para a diminuição da luminosidade. A alfa amilase contribuiu positivamente para o aumento da maciez e do volume específico dos pães. O ácido ascórbico contribuiu positivamente elevando a luminosidade dos pães e negativamente, aumentando o tamanho dos poros e diminuindo a maciez e o volume específico dos pães.

Palavras-chave: Mono e diglicerídeos de ácidos graxos. Alfa amilase. Ácido ascórbico.

ABSTRACT

ROCHA, Amanda Lais. **Mixture design applied for the flour improvers for bread making use**. 2014. 40s. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Federal Technology University - Parana. Londrina, 2014.

Flour improvers are used in bakery industry to help to achieve the desirable requirements as higher productivity, softness and shelf-life and the decrease of fermentation time, making the process more efficient. Mixture design determined the Mono- and diglycerides of fatty acids(DS-190), alfa amylase and ascorbic acid concentrations of each formulation. Experimental baking, specific volume, texture, color and image analysis were done. Mono- and diglycerides of fatty acids positively decreased cell size and increased softness and specific volume and negatively decreased luminosity. Alfa amylase positively increased softness and specific volume. Ascorbic acid positively increased luminosity and negatively decreased softness and specific volume.

Palavras-chave: Mono- and diglycerides of fatty acids. Alfa amylase. Ascorbic acid.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Modelo linear para mistura de três componentes.....	13
Figura 2 – Forma com tampa folha.....	23
Figura 3 – Gráfico colorimétrico CIELAB.....	26
Figura 4 – Superfície ajustada para volume específico de pães contendo diferentes teores de DS-190, alfa amilase e ácido ascórbico. Área experimental definida por pontos e expressa em componentes.....	30
Figura 5 – Superfície ajustada para força de compressão aplicada em pães contendo diferentes teores de DS-190, alfa-amilase e ácido ascórbico. Área experimental definida por pontos e expressa em componentes.....	32
Figura 6 – Superfície ajustada para luminosidade (L*) do miolo de pães contendo diferentes teores de DS-190, alfa-amilase e ácido ascórbico. Área experimental definida por pontos e expressa em componentes.....	34
Figura 7– Imagens em escala de cinza e na forma binária dos miolos de cada formulação.....	35
Figura 8. Superfície ajustada tamanho médio dos poros (pixel ²) do miolo de pães contendo diferentes teores de DS-190, alfa-amilase e ácido ascórbico. Área experimental definida por pontos e expressa em componentes.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Laudo de qualidade da farinha utilizada.....	18
Tabela 2 – Formulação controle.....	19
Tabela 3 – Resultados de volume, peso e volume específico dos pães.....	28
Tabela 4 – Coeficientes e análise de variância do parâmetro textura.....	29
Tabela 5 – Coeficientes e análise de variância dos modelos ajustados ao volume específico, força de compressão, luminosidade e tamanho médio do poro.....	31
Tabela 6 – Resultados das análises de cor dos miolos dos pães.....	33
Tabela 7 – Tamanho médio dos poros (pixel ²) dos pães.....	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Ensaio para formulação com variáveis codificadas e valores reais	20
---	----

FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Instrumento de medição de volume.....	23
Fotografia 2 –Texturômetro em funcionamento.....	25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3 PLANEJAMENTO DE MISTURA E SEUS COMPONENTES	13
3.1 PANIFICAÇÃO.....	14
3.1.1 Pão de forma.....	14
3.1.2 Farinha de trigo.....	14
3.2 MELHORADORES DE FARINHA.....	15
3.2.1 Ácido ascórbico.....	15
3.2.2 Alfa amilase.....	16
3.2.3 Mono e diglicerídeos de ácidos graxos.....	17
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	18
4.1 MATERIAIS.....	18
4.2 DETERMINAÇÃO DA FORMULAÇÃO CONTROLE.....	19
4.3 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO DAS FORMULAÇÕES EXPERIMENTAIS.....	20
4.4 PANIFICAÇÃO EXPERIMENTAL.....	21
4.4.1 Mistura.....	21
4.4.2 Amassamento e Cilindragem.....	21
4.4.3 Modelagem.....	21
4.4.4 Fermentação.....	22
4.4.5 Forneamento.....	22
4.4.6 Resfriamento e Embalagem.....	22
4.5 VOLUME ESPECÍFICO.....	22
4.6 ANÁLISE DE TEXTURA.....	24
4.7 ANÁLISE DE COR.....	25
4.8 ANÁLISE DA ESTRUTURA POR IMAGEM.....	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1 VOLUME ESPECÍFICO.....	28
5.2 TEXTURA.....	30
5.3 COR.....	32
5.4 ANÁLISE DA ESTRUTURA POR IMAGEM.....	34
6 CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

O pão continua a sustentar nações, culturas, períodos de conflito, festas, e principalmente cessar com a fome. Cada pão é único, distinto em tamanho, formato e textura. Os pães de um país dizem quem é seu povo (CANELLA-RAWLS, 2003). No Brasil, há uma infinidade de receitas para o pão, devido a nossa rica cultura difundida de varias heranças do mundo, encontrando-se o pão de forma, a baguete, o pão francês, pão preto, pão italiano, pão de cebola, entre tantos outros.

Atualmente a indústria da panificação vem buscando novas tecnologias, tanto de maquinário quanto de ingredientes, afim de, obter um produto com qualidade, sem perder suas características já conhecidas pelo consumidor.

As máquinas podem até ter um papel importante na produção, no entanto, alguns ingredientes estão possibilitando o aumento da produção de pães, sem perda das características de textura e aroma, aumento da sua vida útil e economia de matéria-prima.

Segundo Cauvain e Young (2009), as características observadas nos pães e produtos de padaria em geral começam pela observação da aparência física e seguem para o aroma, a textura e o sabor. Porém a aceitação destas características vem de toda uma bagagem cultural, que abrange o produto em si e seus ingredientes. Com isso, vem se buscando ingredientes capazes de auxiliar na produção, sem alterar o produto no final e quaisquer que sejam os critérios de avaliação do pão, a exigência única e mais comum relativa a um produto fermentado é que ele mantenha os atributos adequados quando deixar o forno.

O planejamento de misturas gera experimentos cujo estudo tem-se encontrado nas ciências, engenharias e particularmente na indústria. A partir de um delineamento de misturas, a resposta ou a propriedade de interesse muda quando são realizadas alterações nas proporções dos componentes que as constituem. Por isso, a finalidade principal de se utilizar essa ferramenta metodológica é verificar a influência das variações das proporções dos ingredientes na mistura, com todos os tratamentos estatísticos necessários (REZENDE, 2012).

Com base nesses fundamentos, esta pesquisa objetivou a possibilidade de desenvolvimento de um produto, classificado como pré-mistura, afinal quando alguns aditivos são adicionados na panificação por padarias e confeitores, são colocados

separadamente. Uma pré-mistura vai atender características de qualidade que a indústria de panificação e confeitaria procura e satisfazer principalmente os clientes. Mas esta ideia será projetada futuramente, baseada nesta pesquisa.

2 OBJETIVOS

Analisar os efeitos e as interações produzidas pelo emprego de diferentes proporções dos melhoradores para panificação: ácido ascórbico (INS 300), alfa amilase (INS 1100) e o estabilizante mono e diglicerídeos de ácidos graxos (INS 471) na qualidade do pão de forma para encontrar a melhor formulação.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Utilizar a ferramenta estatística de planejamento de misturas para elaborar as formulações de pão de forma com melhoradores;
- Medir o volume dos pães;
- Analisar a textura dos pães obtidos;
- Verificar a uniformidade e o tamanho dos poros formados no miolo das formulações;
- Avaliar a influência dos melhoradores na coloração do miolo e da casca dos pães elaborados;
- Definir a melhor proporção dos melhoradores estudados, através da correlação dos dados experimentais obtidos.

3 PLANEJAMENTO DE MISTURAS E SEUS COMPONENTES

O planejamento de misturas dos ingredientes visa estabelecer ensaios, definir dados, quantidades e condições que devem ser considerados durante o processo buscando diminuir tempo e custo de execução com maior precisão estatística nos resultados (REZENDE, 2012).

Este método utiliza-se da resolução de equações pelo método dos mínimos quadrados para encontrar soluções que expressem o comportamento de uma variável dependente em função da proporção de cada componente da mistura (MONTGOMERY, 2004).

As propriedades de uma mistura são determinadas pelas proporções de seus ingredientes, e não pela sua quantidade total. Essas proporções não são independentes, a soma de todas elas é 100%. Para otimizar as propriedades de uma mistura mudando sua formulação, as novas proporções têm de continuar obedecendo a 100% (NETO; SCARMINIO; BRUNS, 1995).

Modelos de misturas de três componentes podem ser desenvolvidos a partir do modelo linear representado pela Figura 1, abaixo, sendo que a soma das porcentagens dos constituintes é sempre 100%.

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3.$$

Figura 1. Modelo linear para mistura de três componentes

Na prática, os problemas de otimização de misturas normalmente requerem a presença de todos os componentes para que se tenha um produto aceitável e em algumas situações existem limites mínimos de determinados ingredientes como requisitos à elaboração de um produto. Nesse caso, o planejamento passa a ter uma restrição. A restrição também impõe um limite aos teores máximos de cada componente (NETO; SCARMINIO; BRUNS, 1995).

3.1 PANIFICAÇÃO

A panificação é uma das artes culinárias mais antigas e sua história permeia a própria história da humanidade. No Brasil, o pão chegou com os colonizadores portugueses e no início do século XX a atividade de panificação se expandiu. O pão passou a ser essencial na mesa do brasileiro, e atualmente o setor de Panificação e Confeitaria corresponde a um faturamento de R\$ 76.405 bilhões (ABIP, 2013).

Os ingredientes são diversificados, dependendo do sabor, do aroma e textura e da cultura de que vai consumir. Os melhoradores, na panificação vão aprimorar tais características e otimizar a produção.

3.1.1 Pão de forma

O pão de forma é por definição um pão branco, elaborado com farinha de trigo comum. Sua elaboração é simples, tendo sua massa moldada em uma forma ou molde, resultando em pão com casca fina, macia e grande quantidade de miolo (CANELLA-RAWLS, 2003).

3.1.2 Farinha de trigo

A farinha é o ingrediente fundamental para fabricação de pães, sendo a qualidade e sabor do pão irá depender do tipo de farinha que será utilizado.

O trigo possui 30 tipos geneticamente diferenciados, mas somente três são produzidos comercialmente: o *Aestivum vulgare*, os *Turgidum durum* e *T. compactum*.

O *A.vulgare* é responsável por boa parte da produção mundial de trigo por ser adequado à panificação, o *T. durum* é utilizado na produção de macarrão e outras massas e o *T. compactum* é um trigo de baixo teor de glúten, produzido em

pequena proporção, e é mais indicado para fabricação de bolos e biscoitos (BRANDÃO; LIRA, 2011).

A Portaria nº 354, de 18 de julho de 1996, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, classifica o trigo de acordo com sua aplicação, nos tipos: Trigo brando – para fabricação de bolos, bolachas e produtos de confeitaria. Trigo pão – fabricação de pães tipo francês ou d'água, massas alimentícias secas, folhados e uso doméstico. Trigo melhorador – usado em panificação, massas alimentícias, biscoito tipo cracker. Trigo Durum – utilizada para massas alimentícias secas e trigo para outros usos destinados para alimentação animal ou outro uso industrial.

3.2 MELHORADORES DE FARINHA

Os melhoradores têm grande influência na produção de pães. Seu uso traz vantagens à produção industrial, pois reduz o tempo de fermentação, melhora a aparência, e garante a qualidade do produto final. Segundo Cauvain e Young (2009), os melhoradores podem ser naturais, como a lecitina de soja, o ácido ascórbico, a pectina e o glúten, ou artificiais, como o ácido cítrico, emulsificantes químicos e suplementos enzimáticos.

3.2.1 Ácido ascórbico

O ácido ascórbico tem sido muito usado como oxidante na indústria de panificação. A quantidade empregada para um bom desempenho no processamento da massa varia muito, porque ela pode ser utilizadas nos moinhos para correção de cor, dependendo do efeito requerido na qualidade final dos produtos de panificação pode ser colocada como q.s. (*quantum satis*) – em quantidade suficiente para obter o efeito desejável (BRASIL, 1999).

Atua diretamente sobre a estrutura das proteínas do glúten, reforçando a rede de glúten através da formação de ligações dissulfídicas. Estas ligações

formadas afetam a reologia da massa, aumentando a resistência à extensão e diminuindo a extensibilidade. Como consequência direta da ação reforçadora dos oxidantes sobre o glúten, a capacidade de retenção de gases é aumentada, o que resulta em pães com maior volume. Os agentes oxidantes também aumentam o “*oven-rise*”, ou salto de forno, que é o aumento rápido de volume que ocorre nos primeiros minutos após a massa entrar no forno (MENEGUSSO et al, 2014).

3.2.2 Alfa amilase

A alfa amilase tem utilização em diversas áreas de manufatura dos produtos do trigo, seja no tratamento e correção de farinhas ou em produtos para panificação. Pode ser utilizada no tratamento de farinhas com baixo nível de atividade enzimática, na elaboração de suplementos diastáticos e na elaboração de pré-misturas.

O benefício da enzima alfa amilase na panificação está envolvido no volume dos pães, em função da maior produção de gases na fermentação, além de melhorar a textura, cor, sabor e maior uniformidade da estrutura do miolo, aumentando então sua maciez e melhorando sua aparência (CAUVAIN; YOUNG, 2009).

Segundo a Portaria n.º 996 (1994), as condições de utilização dos ingredientes e auxiliares tecnológicos em farinhas corrigidas e compostas, incluindo aditivos e auxiliares tecnológicos, devem ser utilizados com o propósito de assegurar as características e composição legalmente fixadas. Devem ser misturados em adequadas condições de homogeneidade, não podendo reagir entre si ou provocar interações de forma a alterar ou anular as funções que lhes são próprias, até a data de durabilidade mínima. Alfa amilase fúngica pode ser usado como *q.s.* (*quantum satis*), ou seja, em quantidades suficientes para obter o efeito desejável (BRASIL, 1999).

3.2.3 Mono e diglicerídeos de ácidos graxos

Os estabilizantes mantêm as propriedades físicas dos alimentos, como a homogeneidade dos produtos, impedindo a separação dos diferentes ingredientes que compõem sua fórmula. Frequentemente são mono e diglicerídeos, produzidos a partir de óleos vegetais, como a lecitina de soja. Os estabilizantes possuem muitas funções nos alimentos. São substâncias que também facilitam a dissolução, aumentam a viscosidade dos ingredientes, evitam a formação de cristais que afetariam a textura (melhorando a mesma) e mantêm a aparência homogênea do produto. Eles formam uma estrutura capaz de manter juntas substâncias menores nos alimentos, formando um produto mais estável. Alteram ou controlam a consistência de um produto durante o resfriamento ou aquecimento, ou no armazenamento.

O aditivo DS-190, ou estabilizante mono e diglicerídeos de ácidos graxos (INS 471) é autorizado dentro dos limites de uso dos aditivos utilizados segundo as Boas Práticas de Fabricação na Resolução nº 386, de 5 de agosto de 1999, tendo o máximo permitido de 0,3 até 1% sobre o peso da farinha.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 MATERIAIS

Os ingredientes utilizados para elaboração das formulações foram: farinha de trigo (Moinho Arapongas, Arapongas – PR), gordura vegetal sólida *low trans* (Alibra, Marechal Cândido Rondon – PR), fermento biológico instantâneo seco (Bakels Switzerland Ltd., Suffolk - Reino Unido), açúcar refinado (Docelar Alimentos e Bebidas S.A., São Paulo – SP), sal refinado (Refinaria Nacional de Sal S.A., Cabo Frio – RJ) e água filtrada, proveniente do sistema municipal de abastecimento.

Os melhoradores utilizados foram ácido ascórbico (MCassab Comércio e Indústria Ltda., São Paulo – SP), DS-190 - estabilizante mono e diglicerídeos de ácidos graxos (Pantec tecnologia, São Paulo - SP) e alfa amilase fúngica (Pantec tecnologia, São Paulo - SP).

A farinha de trigo utilizada em todas as formulações foi proveniente do mesmo lote, cujos parâmetros de qualidade se encontram apresentados na Tabela 1. Através desses dados, pode-se classificá-la como ideal para panificação.

Tabela 1. Laudo de qualidade da farinha utilizada

Principais parâmetros de qualidade da farinha	
Umidade(%)	13,6
Falling Number	298
Glúten Úmido(%)	28,5
Glúten Seco(%)	9,1
Glúten Index(%)	93,5
Alveografia	
P (mm)	140
L (mm)	78
P/L	1,79
Força "W"(cm ² x 10-4J)	304

P – Tenacidade (expressa em mm)

L – Extensibilidade (expressa em mm)

P/L - Razão Tenacidade e Extensibilidade - para pães, o ideal são farinhas balanceadas (P/L entre 0,50-1,20)

Fonte: Laudo de qualidade da farinha (Moinho Arapongas, Arapongas-PR)

4.2 DETERMINAÇÃO DA FORMULAÇÃO CONTROLE

Testes preliminares foram realizados a fim de se padronizar adequar o experimento aos equipamentos e ingredientes disponíveis, baseando-se no método 10-10B da AACC (2000) e no laudo da farinha de trigo.

Iniciando-se pela farinha, verificou-se que a absorção de água ideal para elaboração dos pães foi de 53%, em relação ao seu peso.

Em seguida, a quantidade de massa a ser colocada na forma foi testada, chegando-se ao peso ideal de 600g, quando se obteve o preenchimento total da forma tampada.

Por último, foram testados os equipamentos. O tempo de mistura foi definido de acordo com o necessário para que a massa fosse homogeneizada. Devido às condições de funcionamento do forno, os parâmetros do método oficial precisaram ser alterados. Verificou-se que a temperatura ideal de assamento seria de 200°C, ao invés de 220°C devendo a forma permanecer tampada por 20 minutos, e não 30, e depois, mais dois minutos sem a tampa.

A formulação controle estabelecida é apresentada na Tabela 2, sendo que a ela foram adicionados os melhoradores, nas proporções definidas pelo planejamento de misturas, como será explicado a seguir.

Tabela 2. Formulação controle

INGREDIENTES	G
Farinha	1000g
Água	530g
Gordura	3g
Fermento	15g
Sal	10g
Açúcar	50g

Fonte: Aatoria própria.

4.3 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO DAS FORMULAÇÕES EXPERIMENTAIS

Para a obtenção do planejamento experimental, análise dos dados e construção de gráficos utilizou-se o programa Statistica 12.0 (2013).

As formulações experimentais foram adicionadas de ácido ascórbico, alfa amilase e DS-190, em combinações pré-determinadas pelo planejamento de misturas de três componentes com duas repetições do ponto central, estabelecendo-se as variáveis, observadas no Quadro 1.

Formulação	Proporções como componentes do planejamento			Equivalente em miligramas na formulação		
	DS-190	Alfa amilase	Ácido ascórbico	DS-190	Alfa amilase	Ácido ascórbico
1	1	0	0	300	0	0
2	0	1	0	0	300	0
3	0	0	1	0	0	300
4	0,5	0,5	0	150	150	0
5	0,5	0	0,5	150	0	150
6	0	0,5	0,5	0	150	150
7	0,33	0,33	0,33	100	100	100
8	0,67	0,17	0,17	200	50	50
9	0,17	0,67	0,17	50	200	50
10	0,17	0,17	0,64	50	50	200

Quadro 1. Ensaio para formulação com variáveis codificadas e valores reais.

Fonte: Statistica 12.0 (2013)

As variáveis de resposta analisadas foram textura, porosidade do miolo e luminosidade do miolo. Para cada resposta foi feito o ajuste de uma equação polinomial submetida à análise de variância (ANOVA) para avaliar o nível de significância, o coeficiente de determinação e a falta de ajuste do modelo.

4.4 PANIFICAÇÃO EXPERIMENTAL

A escolha do pão de forma como objeto de estudo, se deu pelo fato de ser um produto muito consumido e que exige precisão no formato e uniformidade no miolo. Características que além de serem buscadas pela indústria, garantem melhor visualização dos resultados experimentais. Para a elaboração dos pães foi utilizado um protocolo de panificação, elaborado a partir das modificações necessárias ao método 10-10B da AACC (2000), previamente explicadas.

4.4.1 Mistura

Misturou-se os ingredientes da formulação padrão com a quantidade de melhoradores indicada pelo planejamento (Quadro 1), para cada formulação experimental, na masseira planetária BPS-20B acoplada com gancho espiral (Skypan, Brusque – SC). O processo se deu por 10 minutos, em média velocidade, e depois por mais 10 minutos em velocidade rápida.

4.4.2 Amassamento e cilindragem

A massa foi sovada manualmente por cinco minutos, alcançando-se o ponto de véu, que caracteriza a formação da rede de glúten. Em seguida, foi fracionada em porções de 600g e cilindrada em cilindro soador profissional CSP 600 (G. Paniz, Caxias do Sul - RS).

4.4.3 Modelagem

A massa aberta no cilindro foi enrolada a partir da extremidade, no tipo 'rocambole' e depositada na forma untada.

4.4.4 Fermentação

As formas foram colocadas tampadas em estufa (Nova ética, Curitiba - PR), a 33°C, por 50 minutos, para fermentação da massa.

4.4.5 Forneamento

Os pães foram colocados para assar, com formas tampadas, em forno elétrico Vapinho 446 (Perfecta, Curitiba - PR) a 200°C por 20 minutos. Em seguida, as tampas foram removidas terminado o assamento a 180°C por 2 minutos.

4.4.6 Resfriamento e embalagem

Os pães foram colocados sobre grade de alumínio para resfriamento durante três horas. Em seguida, foram embalados em sacos plásticos até o momento das análises subsequentes.

4.5 VOLUME ESPECÍFICO

O volume aparente dos pães (V) foi determinado, em mL, por deslocamento de sementes de painço, segundo o método 10-05 da AACCC (2000). As massas moldadas e os pães foram colocados em uma caixa acrílica com volume inicial

determinado (Fotografia 1), a alteração que a massa de sementes sofreu com a adição representou o volume aparente.

O volume específico foi calculado através da razão volume aparente (V) / massa.



Fotografia 1. Instrumento de medição do volume dos pães.

Fonte: Autoria própria

Por se tratar de um pão de forma, o volume ideal corresponde ao preenchimento total da forma utilizada, mostrada na Figura 2, com medidas de 8,0cm x 19,0cm x 10,0cm, e volume de 1520cm³.



Figura 2. Forma com tampa folha

Fonte: <http://www.frigo.com.br/detalhe-do-produto/4040>

4.6 ANÁLISE DE TEXTURA

A firmeza do pão foi determinada utilizando um texturômetro TA-XT2i (Stable Micro Systems, Surrey, UK) acoplado com um *probe* cilíndrico de 35 mm (SMS P/35) no Laboratório de Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina, Londrina - PR. As análises foram realizadas um dia após o assamento, de acordo com o Método da AACC 74-09.01 (AACC, 2010).

A firmeza é a medida definida como a força requerida em gramas para a compressão da amostra. Foram estabelecidas como condições de teste a compressão de 25% da amostra, com o emprego de 0,1N de força e velocidades de pré-teste e teste de 1,0 mm/s.

Cada formulação foi fracionada em dez amostras, em cubos de 25 mm de altura, largura e comprimento, retiradas das porções centrais dos pães. A medida adotada como firmeza se referiu à média das dez repetições realizadas.



Fotografia 2. Texturômetro em funcionamento.

Fonte: Autoria própria

4.7 ANÁLISE DE COR

Para análise de cor foi utilizado o colorímetro Chroma Meter CR-410 (Konica Minolta, Tóquio - Japão). Os atributos de cor Minolta, Figura 3, são regulamentados no método 14-22 (AACC, 2000), e definidos pelo sistema CIELAB:

- L*: Luminosidade. Possui escala de 0 (preto) a 100 (branco). Quanto mais próximo de 100, mais branca a superfície analisada.
- a*: Cromaticidade vermelho/verde. O quadrante positivo representa a tendência da cor para tonalidade vermelha e o negativo, a tendência da cor para tonalidade verde.
- b*: Cromaticidade amarelo/azul. O quadrante positivo representa a tendência da cor para tonalidade amarela e o negativo, a tendência da cor para tonalidade azul.

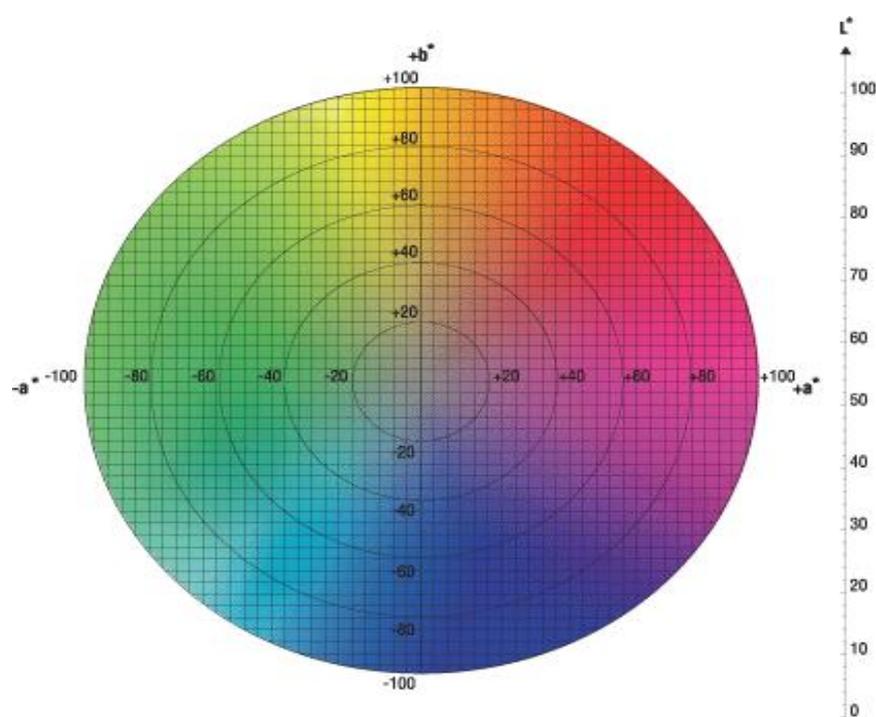


Figura 3. Gráfico colorimétrico CIELAB, 1976

Fonte: <http://www2.konicaminolta.eu/eu/Measuring/pcc/en/part1/07.html>

A cor é um importante atributo de qualidade. Embora os consumidores prefiram as farinhas mais brancas, nem sempre estas são as de melhor qualidade para todos os produtos finais, sendo, portanto, uma das muitas especificações de farinha exigidas pelos fabricantes.

De modo geral, a farinha com a cor branca brilhante é mais desejável para muitos produtos. A farinha utilizada apresentou a coloração de L (92,75); a^* (0,17) e b^* (7,21), a elevada luminosidade faz com que seja considerada bastante branca. A cromaticidade a^* , positivo e quase nulo, indica pouca tendência ao vermelho, fator que é ideal; já a cromaticidade b^* , positiva, é considerada normal em valores como o apresentado, tendendo para a tonalidade amarela, já que o trigo naturalmente apresenta carotenoides.

Foram analisadas as colorações das massas cruas, das cascas e miolos de todas as formulações em triplicatas, obtendo-se a média para as três coordenadas colorimétricas.

4.8 ANÁLISE DA ESTRUTURA POR IMAGEM

A estrutura do miolo foi avaliada de acordo com o método descrito por Pérez-Nieto et al. (2010), as fatias centrais de cada pão foram digitalizadas com scanner de mesa (HP Deskjet 3050, Brasil), os parâmetros brilho e contraste foram mantidos inalterados. As imagens foram salvas em arquivos bitmap, com resolução de 1200 DPI no formato bmp e coloração RGB.

Em seguida, as imagens foram cortadas e convertidas a escala de cinza (8 bit) com o programa Imagej (National Institutes Health, Bethesda – EUA) e um campo de visão (CDV) de 250 x 250 pixels foi selecionado do centro das fatias de pão. Com o mesmo programa, realizou-se a segmentação do histograma de frequências, obtendo-se imagens binárias, de onde se extraíram os parâmetros de medida: número de alvéolos por CDV, tamanho médio dos alvéolos e proporção gás/massa no miolo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 VOLUME ESPECÍFICO

O volume específico do pão é um dos atributos mais importantes para avaliar sua estrutura, pois ele afeta principalmente a aceitação visual. Está relacionado principalmente à quantidade de gás produzido e à capacidade de retenção do mesmo no sistema. Se massa formada tem baixa resistência à extensão, ela não consegue reter o CO₂ nem manter o seu volume. Por outro lado, se a resistência é muito alta, a pressão do dióxido de carbono é insuficiente para expandir a massa, resultando em pequeno volume (El Dash, 1982).

A correlação entre o volume específico e a qualidade geral do pão é positiva, sendo assim, os maiores valores de volume específico são desejados.

Os valores encontrados variaram de 1,28 cm³/g (Formulação 3) a 2,53 cm³/g (Formulação 4) como apresentado na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados de volume, peso e volume específico dos pães.

Formulação	DS-190 [#]	Alfa amilase [#]	Ácido ascórbico [#]	Volume (cm ³) [*]	Peso (g) [*]	Volume específico (cm ³ /g)
C	-	-	-	1000,00 ± 128,69	600,52 ± 0,24	1,66
F1	300	0	0	1272,78 ± 257,07	600,42 ± 0,08	2,11
F2	0	300	0	1045,40 ± 192,89	600,17 ± 0,14	1,74
F3	0	0	300	772,72 ± 64,27	600,43 ± 0,29	1,28
F4	150	150	0	1520,00 ± 0	600,18 ± 0,01	2,53
F5	150	0	150	1272,73 ± 0	600,23 ± 0,12	2,12
F6	0	150	150	1317,86 ± 63,83	600,28 ± 0,02	2,19
F7	100	100	100	1350,90 ± 239,14	600,42 ± 0,09	2,25
F8	200	50	50	1136,36 ± 192,84	600,07 ± 0,07	1,89
F9	50	200	50	1045,50 ± 64,35	600,24 ± 0,02	1,74
F10	50	50	200	818,13 ± 128,50	600,32 ± 0,03	1,36

[#] Teores presentes da formulação do pão (mg).

^{*} Média ± desvio padrão entre as duplicatas.

É importante ressaltar que apenas a formulação 4 (DS-190 e alfa-amilase) alcançou o preenchimento total da forma, indicando o ideal para a produção industrial.

Observa-se que a formulação F3, adicionada de ácido ascórbico e a formulação F10, adicionada dos três melhoradores, com maior quantidade de ácido ascórbico, apresentaram volume específico inferior ao obtido pela formulação controle, fato que torna a utilização dessas concentrações de ácido ascórbico não indicada. O volume insuficiente nesses casos poderia representar perdas na indústria, já que os pães não tiveram o formato desejado ao pão de forma, sendo considerado um defeito de produção.

As formulações F2 e F9, também tiveram volumes insuficientes. Isso se deve a quantidade de alfa amilase utilizada, seu excedente também provoca efeitos indesejáveis, ou seja, quando colocado em grandes quantidades, provoca a quebra de amido, que acaba fermentando mais que necessita, resultando na queda na sua estrutura e um volume menor, também um defeito de produção.

O modelo ajustado ao volume específico é apresentado na Tabela 4. O R^2 ajustado igual a 71% e a falta de ajuste não significativa, indicam bom poder preditivo. A análise de variância da regressão polinomial demonstrou que as três variáveis independentes contribuíram significativamente.

Tabela 4. Coeficientes e análise de variância dos modelos ajustados ao volume específico, força de compressão, luminosidade e tamanho médio do poro.

Coeficientes ¹	Volume específico	Força de Compressão	Luminosidade	Tamanho médio do poro
β_1	2,09*	109,18*	76,00*	272,7
β_2	1,70*	69,99*	71,33*	245,5
β_3	1,22*	85,39*	58,74*	469,2*
β_{12}	2,27	479,22*	-7,78	934,2
β_{13}	1,48	-97,97	-11,06	2583,4*
β_{23}	2,51	542,57*	-	272,7
β_{123}	-14,01	-3276,53*	221,4176	-1518,30*
Significância do modelo (p)	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Falta de ajuste do modelo	0,121	0,9002	0,7306	0,7653
R^2 ajustado	0,71	0,96	0,88	0,89

¹ β_1 , β_2 e β_3 correspondem a DS-190, alfa amilase e ácido ascórbico, respectivamente.

* Significativas ao nível de $p < 0,05$.

Em relação aos teores de DS-190, observa-se que o aumento da concentração eleva o volume específico. Fato que também foi observado por Galliard e Collins (1988).

Os maiores volumes específicos foram alcançados na região do limites superiores de DS-190 em combinação com os limites intermediários de alfa amilase

(0,25 – 0,75), enquanto que o ácido ascórbico permaneceu nos limites inferiores (0 – 0,25).

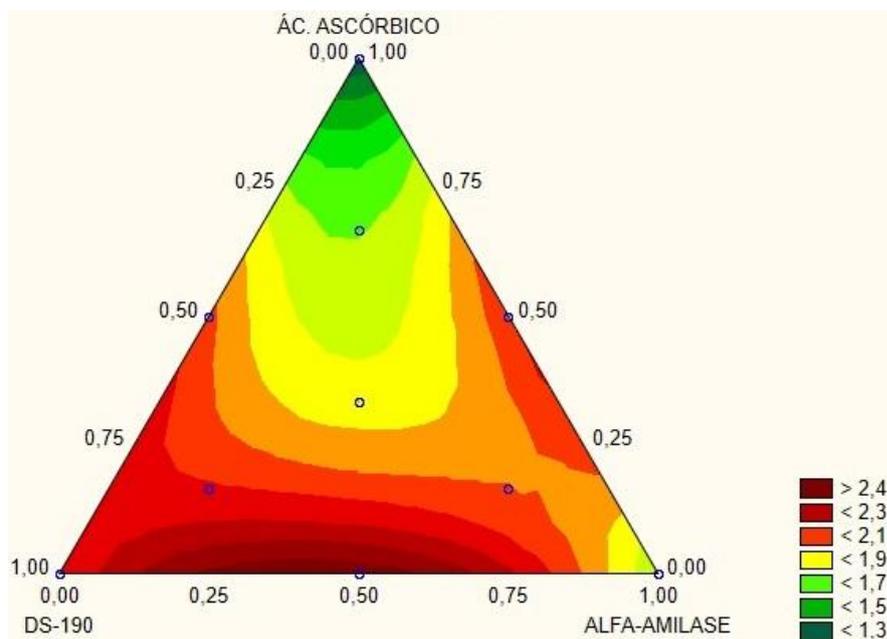


Figura 4. Superfície ajustada para volume específico de pães contendo diferentes teores de DS-190, alfa amilase e ácido ascórbico. Área experimental definida por pontos e expressa em componentes.

Essa correlação diferiu do esperado e da literatura. Galliard e Collins (1988) observaram que nas mesmas concentrações de ácido ascórbico houve o aumento do volume dos pães. O ácido ascórbico é utilizado no moinhos para correções de cores da farinha, seu uso no moinho adicionado ao que foi usado, pode ter interferido nos resultados, sendo uma hipótese na diferença de resultados entre a literatura encontrada.

5.2 TEXTURA

Segundo Esteller e Lannes (2005), a textura dos pães está associada com a força necessária para ocasionar uma deformação ou rompimento da amostra. É avaliada por texturômetros mecânicos e correlacionada com a mordida humana durante a ingestão dos alimentos. Os mesmos autores mencionam que em produtos panificados, a força máxima avaliada depende dos ingredientes da formulação,

como qualidade da farinha, quantidade de açúcares, gorduras, emulsificantes, enzimas, adição de glúten e melhoradores de farinha, além da umidade da massa.

Barrera et al. (2007) observaram correlação negativa entre o volume específico do pão e a firmeza, indicando que quanto maior o volume específico, menor é a força de compressão aplicada, ou seja, mais macio é o pão.

Os valores encontrados variaram de 71,78 g (Formulação F8) a 218,87 g (Formulação F5) como apresentado na Tabela 5.

Tabela 5. Resultados da força de compressão (g) dos pães.

Formulação	DS-190 [#]	Alfa amilase [#]	Ácido ascórbico [#]	Força (g)*
C	-	-	-	102,94 ± 21,60
F1	300	0	0	115,95 ± 21,67
F2	0	300	0	71,56 ± 12,68
F3	0	0	300	80,4 ± 15,63
F4	150	150	0	73,43 ± 13,32
F5	150	0	150	218,87 ± 37,87
F6	0	150	150	209,91 ± 42,54
F7	100	100	100	79,52 ± 22,88
F8	200	50	50	71,78 ± 6,66
F9	50	200	50	73,08 ± 14,40
F10	50	50	200	148,55 ± 41,39

[#] Teores presentes da formulação do pão (mg).

* Média ± desvio padrão entre as repetições.

O modelo ajustado aos resultados de força de compressão é apresentado na Tabela 4. O R² ajustado igual a 96% e a falta de ajuste não significativa, indicam bom poder preditivo. A análise de variância da regressão polinomial demonstrou que as três variáveis independentes, a interação da alfa amilase e do ácido ascórbico e a interação entre os três melhoradores contribuíram significativamente para a firmeza, ou seja, mais macio.

Os menores valores de força de compressão foram alcançados na região dos limites intermediários de alfa amilase (0,25 – 0,75), enquanto que o DS-190 permaneceu nos limites superiores (0,50 – 0,75) e o ácido ascórbico nos inferiores (0 – 0,50).

Semelhantes dados também foram observados por Galliard e Collins (1988), que verificaram através de análise sensorial, que o score da textura dos pães

aumentavam na medida em que as concentrações de ácido ascórbico aumentavam, e que a adição de DS-190 em níveis intermediários também era benéfica.

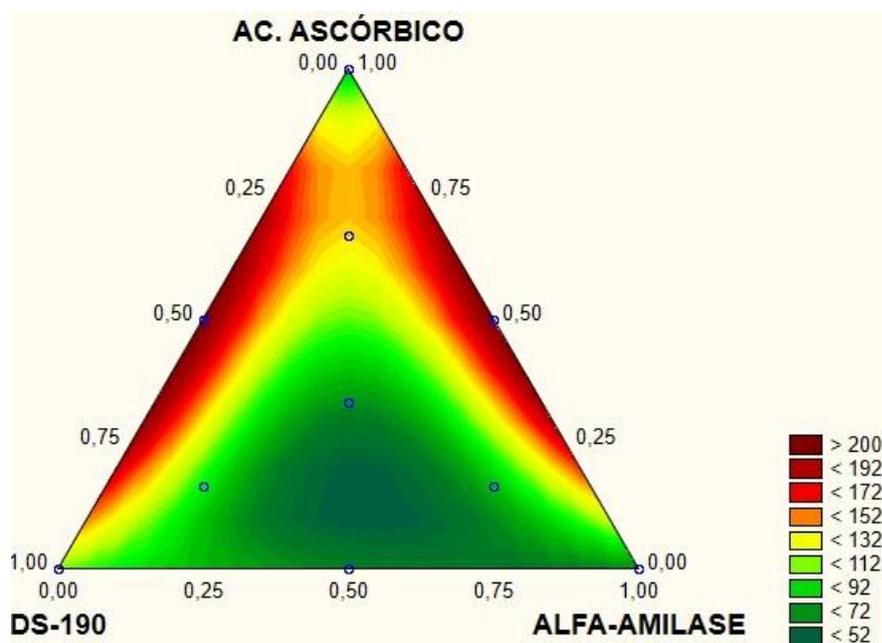


Figura 5. Superfície ajustada para força de compressão aplicada em pães contendo diferentes teores de DS-190, alfa-amilase e ácido ascórbico. Área experimental definida por pontos e expressa em componentes.

5.3 COR

Segundo Esteller e Lannes (2005), a cor é um atributo crítico em produtos forneados, pois pães com crosta muito clara ou muito escura estão associados a falhas no processamento. El-Dash, Camargo e Diaz (1982) citam que além das condições de processamento, a cor está diretamente relacionada com a quantidade de açúcares e enzimas, sendo a cor da crosta, resultado da reação não-enzimática entre os açúcares redutores e os grupos amino primários (reação de Maillard) durante o cozimento, induzida pela presença de íons de hidrogênio durante o processo de fermentação.

Maiores valores de a^* estão associados ao desvio para a cor vermelha, indicando coloração mais escura na crosta. Valores altos para b^* são observados em amostras com forte coloração amarelada ou dourada, característica de pães ricos em proteínas, açúcares redutores e ovos.

Com relação às cromaticidades a^* e b^* , não foram verificadas alterações significativas nas formulações, tendo em vista que a mesma farinha e o mesmo teor de açúcar foram utilizados em todas as formulações.

A cromaticidade a^* variou de -0,81 a 1,21 enquanto a b^* variou de 11,86 a 14,94, valores que são comuns ao pão de forma. Altos valores para L^* indicam maior reflectância da luz, o que resulta em pães com coloração clara. Isto pode ser resultado de baixos teores de açúcares ou presença de farinhas e amidos na crosta (ESTELLER; LANNES, 2005).

Tabela 6. Resultados das análises de cor dos miolos dos pães.

Formulação	DS-190 [#]	Alfa amilase [#]	Ácido ascórbico [#]	a^*	b^*	L^*
C	-	-	-	-0,70	12,05	76,27
F1	300	0	0	-0,69	12,18	70,08
F2	0	300	0	-0,70	11,42	57,57
F3	0	0	300	1,05	15,07	71,23
F4	150	150	0	-0,71	12,35	64,19
F5	150	0	150	0,98	14,22	64,60
F6	0	150	150	1,21	14,96	71,27
F7	100	100	100	-0,30	12,58	74,75
F8	200	50	50	-0,71	12,66	76,39
F9	50	200	50	-0,81	11,86	69,60
F10	50	50	200	-0,48	12,04	76,27

[#] Teores presentes da formulação do pão (mg).

* Média entre as triplicatas.

O modelo ajustado aos resultados de luminosidade é apresentado na Tabela 4. O R^2 ajustado igual a 88% e a falta de ajuste não significativa, indicam bom poder preditivo. A análise de variância da regressão polinomial demonstrou que as três variáveis independentes, a interação entre alfa amilase e ácido ascórbico e a interação entre os três melhoradores contribuíram significativamente para a luminosidade.

Em relação aos teores de ácido ascórbico, observa-se que o aumento da concentração empregada eleva a luminosidade. Resultado que condiz com sua aplicação tecnológica, já que muitas indústrias o empregam como agente branqueador de seus produtos (CAUVAIN; YOUNG, 2009, GALLIARD; COLLINS, 1988).

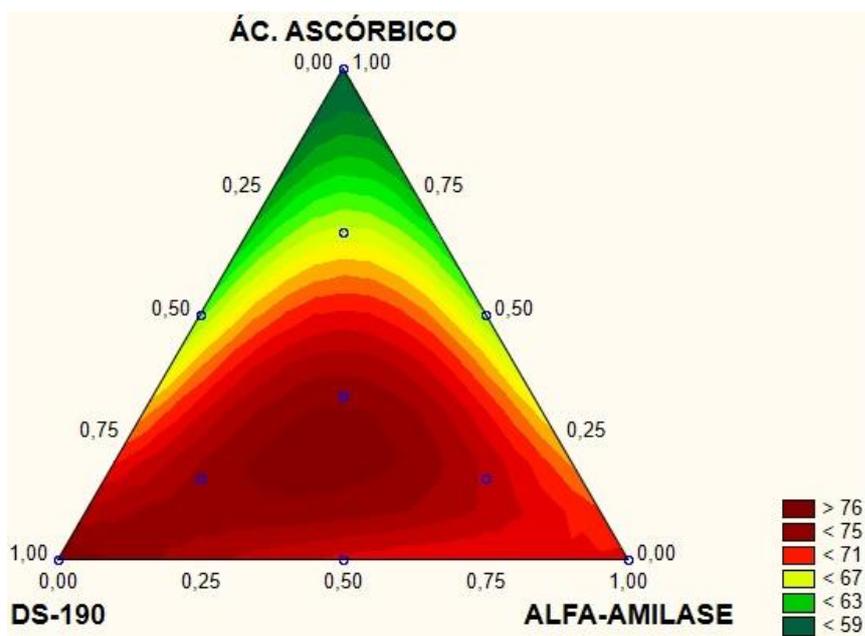


Figura 6. Superfície ajustada para luminosidade (L^*) do miolo de pães contendo diferentes teores de DS-190, alfa-amilase e ácido ascórbico. Área experimental definida por pontos e expressa em componentes.

5.4 ANÁLISE DA ESTRUTURA POR IMAGEM

A análise de imagem vem sendo proposta como uma ferramenta de grande utilidade para quantificar os parâmetros do miolo, que contribuem com a qualidade global do pão como tamanho dos poros, distribuição e número de poros por unidade de área (Pérez-Nieto et al., 2010).

A Figura 7, mostra as características dos miolos dos pães produzidos, onde se podem verificar as diferenças em suas estruturas. Nela, as imagens digitalizadas em escala de cinza estão dispostas ao lado das imagens convertidas ao sistema binário, onde as regiões correspondentes à massa ficam na cor preta e os alvéolos de gás ficam na cor branca.

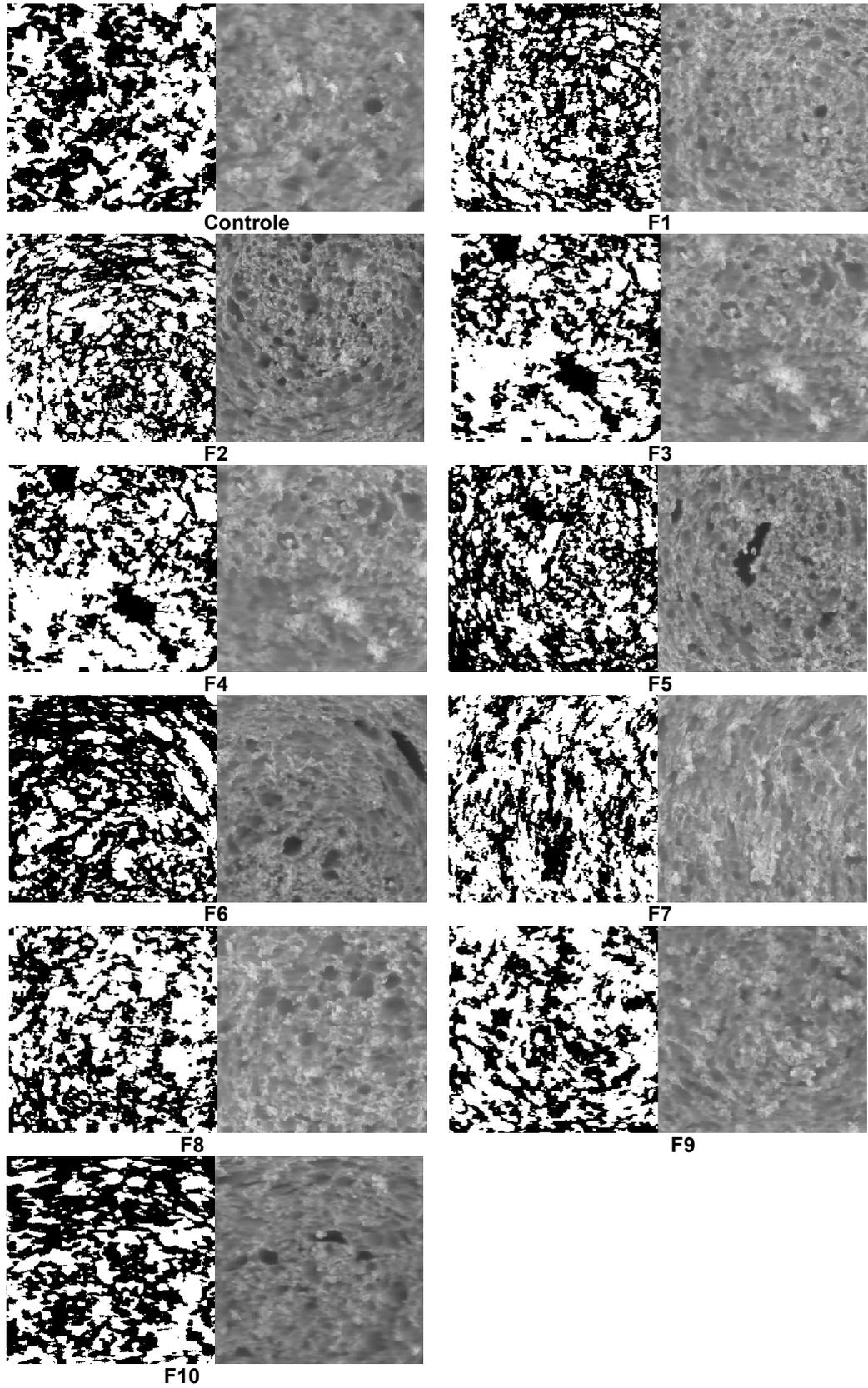


Figura 7. Imagens na forma binária e em escala de cinza dos miolos de cada formulação.

Esteller e Lannes (2005) citam que a quantidade e o tamanho dos alvéolos estão diretamente relacionados à formulação e processos utilizados. Além disso, relatam que massas cilindradas ou que passem por processo que expulse o ar durante a modelagem, tendem a formar produtos com miolo mais homogêneo, com maior número de alvéolos e com volumes menores, característicos do pão de forma.

Na Tabela 7, os tamanhos médios dos poros, variaram de 57,57 pixel² (Formulação F2) a 76,39 pixel² (Formulação F9), valores que estão de acordo com os encontrados por pães fermentados pelo mesmo período de tempo por Romano et al. (2013) e Pérez-Nietto et al. (2010).

Tabela 7. Tamanho médio dos poros (pixel²) dos pães.

Formulação	DS-190 [#]	Alfa amilase [#]	Ácido ascórbico [#]	Tamanho médio dos poros (pixel ²)
C	-	-	-	76,27
F1	300	0	0	70,08
F2	0	300	0	57,57
F3	0	0	300	71,23
F4	150	150	0	64,19
F5	150	0	150	64,60
F6	0	150	150	71,27
F7	100	100	100	74,75
F8	200	50	50	76,39
F9	50	200	50	69,60
F10	50	50	200	76,27

[#] Teores presentes da formulação do pão (mg).

* Média entre as duplicatas.

O modelo ajustado aos resultados de luminosidade é apresentado na Tabela 4. O R² ajustado igual a 89% e a falta de ajuste não significativa, indicam bom poder preditivo. A análise de variância da regressão polinomial demonstrou que somente o ácido ascórbico contribuiu significativamente para o aumento do tamanho dos poros, as interações entre DS-190 e ácido ascórbico e entre os três melhoradores contribuíram significativamente para o aumento do tamanho dos poros.

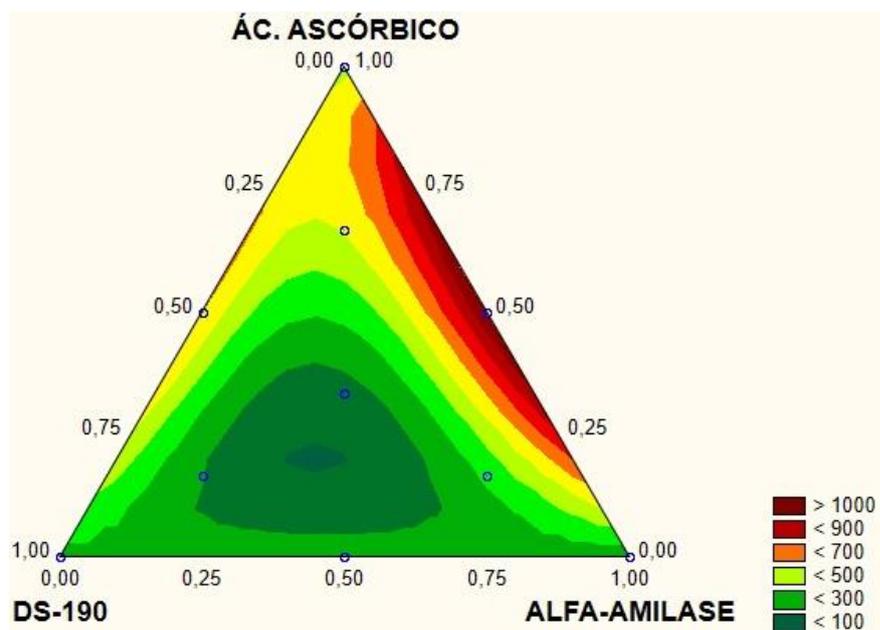


Figura 8. Superfície ajustada tamanho médio dos poros (pixel^2) do miolo de pães contendo diferentes teores de DS-190, alfa-amilase e ácido ascórbico. Área experimental definida por pontos e expressa em componentes.

Observa-se na Figura 8 que a região que apresenta os menores valores para tamanho dos poros delimita-se pela concentração intermediária de alfa-amilase (0,25 – 0,75). O ácido ascórbico contribuiu negativamente, aumentando o tamanho dos poros, enquanto que com o DS-190, o efeito foi positivo, ao se aumentar a concentração, o tamanho dos poros diminuiu.

Ainda não existem pesquisas na literatura que relacione a aplicação dos melhoradores estudados com a análise por imagens. Porém, pode-se relacionar os dados obtidos com os atributos que o consumidor deseja de um pão de forma. Nesse caso, o miolo deve ser uniforme, poros muito grandes indicam perda na qualidade do produto final, o que pode ser observado nas formulações 5, 6 e 10.

6 CONCLUSÃO

A adição de melhoradores de farinha pode trazer prejuízos à qualidade final dos pães, principalmente quando se trata de formulações que utilizem combinações de diferentes substâncias.

É possível otimizar a utilização dos melhoradores estudados na fabricação de pães de forma com características de qualidade aprimoradas com a aplicação do planejamento de misturas.

O DS-190 contribuiu positivamente para a diminuição do tamanho dos poros, aumento da maciez e do volume específico dos pães.

A alfa amilase contribuiu positivamente para o aumento da maciez e do volume específico dos pães.

O ácido ascórbico contribuiu positivamente elevando a luminosidade dos pães, mas não contribuiu para o tamanho dos poros e diminuindo a maciez e o volume específico dos pães.

A relação dos três quando usados juntos, é muito expressiva, possibilitando a realização de uma pré-mistura, a fim de comercializá-la futuramente.

REFERÊNCIAS

- AACC. American association of cereal chemists. **Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists**. 10 ed. AACC, 2000.
- AACC. Approved Methods of Analysis. **Method 74-09.01**. 11 ed. AACC, 2010.
- ABIP. Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria. Performance do setor de panificação e confeitaria brasileiro em 2013, 2013. Disponível em <http://www.abip.org.br/perfil_internas.aspx?cod=469>. Acesso em 21 jul. 2014.
- BARRERA, G. N. et al. Influence of damaged starch on cookie and bread-making quality. **European Food Research and Technology**, v. 225, p. 1-7, 2007.
- BRANDÃO, Silvana S.; LIRA, Hércules de L. **Tecnologia de Panificação e Confeitaria**. Recife: EDUFRPE, p. 16-17, 2011.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução nº 386, de 5 de agosto de 1999. Regulamento técnico que aprova o uso de Aditivos Alimentares, estabelecendo sua Funções e seus Limites Máximos para a Categoria de Alimentos 7- Produtos de Panificação e Biscoitos. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 9 ago.1999.
- CANELLA-RAWLS, S. **Pão: arte e ciência**. 4. ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2003.
- CAUVAIN, S. P.; YOUNG, L. S. O pão: o produto. In:_____. **Característica da qualidade do pão**. Tecnologia da Panificação. 2 ed. Barueri, SP: Manole, 2009.
- EL-DASH, A. A. Application and control of thermoplastic extrusion of cereals for food and industrial uses. In: POMERANZ, Y.; MUNCH, L. **Cereal a renewable resource: theory and practice**. Wageningen: American Association of Cereal Chemists, 1982. p. 165-216.
- EL-DASH, A.A.; CAMARGO, C. E.; DIAZ, N. M. **Fundamentos da Tecnologia de Panificação**. São Paulo: Coordenadoria da Indústria e Comércio, 1986.
- ESTELLER, M. S.; LANNES, S. C. S. Parâmetros complementares para fixação de identidade e qualidade de produtos panificados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 802-806, 2005
- GALLIARD, T.; COLLINS, A. D. **Effects of oxidizing improvers, an emulsifier, fat and mixer atmosphere on performance of wholemeal flour in the Chorleywood bread process**. Journal of Cereal Science. v.8, p. 139-146. 1988
- ICC. International Association for cereal science and technology. **Mechanical Determination of the Wet Gluten Content of Wheat Flour, ICC 137**. 1982. Disponível em: https://www.icc.or.at/standard_methods. Acessado 07/10/2014

MENEGUSSO, F.J.; MIRANDA, J.; FICAGNA, T.; ZANETTI, F.; LOPES, P.M.; FERREIRA, D.T.L. **Qualidade reológica da farinha de trigo com adição de ácido ascórbico**. In: 4º Simpósio de Segurança Alimentar, Gramado, RS, 2012. Disponível em: <http://www.projetotrigofag.edu.br/brasil/artigos/artigos_2012/009.pdf>. Acesso: 12 abr. 2014.

MONTGOMERY, D. C. **Design and Analysis of Experiments**. 6. Ed. New York: John Wiley and Sons, 2004.

NETO, B. de B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Planejamento e otimização de experimentos**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1995

PEREZ-NIETO, A.; CHANONA-PÉREZ, J.J.; FERRERA-REBOLLO, R. R.; GUTIÉRREZ-LOPEZ, G. F.; ALAMILLA-BELTRÁN, L.; CALDERÓN-DOMNÍNGUEZ, G. **Image analysis of structural changes in dough during baking**. LWT – Food Science and Technology, v.43, p. 535-543, 2010.

REZENDE, N. V. de. **Balanceamento nutricional de chocolate a partir de modelagem de misturas de ingredientes associada a propriedades reológicas e sensoriais**. 2012. 98p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

STATISTICA (2013). *V 12.0 for Windows*.Tulsa: StatSoft Inc. Software.

THARP, B. W.; YOUNG, L. S. **Emulsificantes**. Tharp's Food Technology. Wayne,USA. p.20-26. 2012.