

## EFEITO DA ADIÇÃO DE POLPA DE COCO VERDE DESIDRATADA EM SUBSTITUIÇÃO AO EMULSIFICANTE NO PÃO DE FORMA

Mariana Borges Quezadas<sup>1</sup>; Elisena A. G. Seravalli<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Aluna de Iniciação Científica da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT);

<sup>2</sup>Professor da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT).

**Resumo.** Com o objetivo de avaliar como a substituição de emulsificante pela polpa de coco verde desidratada afeta as características de pão de forma e estabelecer a melhor formulação, foram produzidos os seguintes pães, mantida constante a α-amilase: pão de forma tradicional (Padrão); sem o melhorador (Zero); sem o melhorador, com emulsificante CSL 0,1 % e 0,2 % e ácido ascórbico 70 ppm e 100 ppm (Controles); e sem aditivos, com a polpa de coco (1, 2 e 3 %) e ácido ascórbico (70, 100 e 130 ppm) (P1 a P9). Para avaliar a qualidade, as seguintes análises foram realizadas: umidade, aw, volume específico, cor e TPA (firmeza, coesividade e elasticidade). Os resultados de firmeza e volume específico foram comparados. O Padrão, considerado ideal, apresentou firmeza e volume de 5,8 N e 6,7 cm<sup>3</sup>·g<sup>-1</sup>, respectivamente. Os pães P1 a P9 apresentaram miolos compactados, dureza de 9 a 19 N e volumes de 2,8 a 3,8 cm<sup>3</sup>·g<sup>-1</sup>, significativamente diferentes ( $p<0,05$ ) do Padrão, mas próximos ao Controle. Os resultados do P4, contendo 100 ppm de ácido ascórbico e 1 % de polpa (9,0 N e 3,6 cm<sup>3</sup>·g<sup>-1</sup>) foram os mais próximos dos Pães Controles. Mais estudos são necessários para melhorar as respostas, como firmeza e volume.

### Introdução

Hoje, as pessoas têm se preocupado cada vez mais com a saúde, o bem-estar e com o meio ambiente. É grande a procura por alimentos funcionais, saudáveis e que sejam sustentáveis. O emprego da polpa de coco em substituição a emulsificantes em diferentes produtos como um meio de utilização de um resíduo da indústria tem despertado bastante interesse e resultados promissores, além de ser sustentável ao meio ambiente.

Aproximadamente 63,2 mil panificadoras compõem o mercado da panificação e confeitoraria no Brasil, das quais 60 mil são micro e pequenas empresas. O setor gera mais de 700 mil empregos diretos, dos quais 245 mil (35 %) concentram-se na produção. Cento e vinte e sete mil empresários comandam esse mercado no País. No ano de 2016, o faturamento estimado do setor foi de R\$ 44,9 bilhões. A panificação está entre os seis maiores segmentos industriais do País, com participação de 36 % na indústria de produtos alimentares e 6 % na indústria de transformação (ABIP- Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitoraria, 2016).

Segundo o presidente da ABIP, José Batista de Oliveira, em 2017, o faturamento do setor deverá crescer em torno de 13 %. Em 2016, a taxa de crescimento do faturamento das panificadoras e confeitorias no País ficou em cerca de 11 %.

O Brasil é o quarto maior produtor mundial de coco (*Cocos nucifera L*), segundo dados estatísticos da FAO (2016). São vários os derivados de coco comercializados: óleo, “leite” de coco, água de coco, copra, sabões, fibras, detergentes e, sendo que na maioria dos países produtores o óleo é o principal produto (Santana, 2012).

Apesar da importância nutricional e econômica da água de coco verde, há um inconveniente ainda sem uma solução mais abrangente: a geração de enorme quantidade de rejeito, que representa cerca de 70 % do lixo gerado no litoral de grandes centros urbanos. A casca do coco verde corresponde a cerca de 85 % do fruto e apresenta lenta degradação. Diferentemente do que se observa da casca, poucos trabalhos apresentam aplicação da polpa de coco verde, considerada descarte (Santana, 2012).

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da substituição de emulsificante, normalmente utilizado na indústria de panificação, pela polpa de coco verde desidratada em *spray dryer*,

comparando os pães fabricados a partir das diversas formulações, por meio de análises físico-químicas e de textura, e por fim estabelecer a formulação ideal do pão de forma com adição de polpa.

## **Material e Métodos**

### **Materiais e Equipamentos**

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizadas matérias-primas comuns em panificação. A farinha de trigo foi adquirida do moinho Anaconda, sem aditivação; o emulsificante CSL (Calcium Stearoyl 2-Lactyl Lactate) da Corbion Purac e o ácido ascórbico, da Dinâmica Química Contemporânea Ltda. Os cocos verdes da espécie *Cocos nucifera L.* foram comprados no mercado local.

Os equipamentos utilizados foram: cortador de coco adaptado; spray dryer SD-05TecNape, capacidade 10 kg/h, modelo SD05; Masseira Suprema SR15 ouro; Modeladora RT, Perfecta Curitiba; Forno Elétrico Perfecta Curitiba Vipinho 0448 TRIF; Câmara Fria; Balança Filizola BP15; Balança Semi-Analítica MonoBloc Inside AB204-S; formas para pão de forma sem tampa; Fatiadeira Maquipão; Freezer; termopar; Cronômetro; Medidor de Volume Vondel, modelo MVP130; texturômetro Texture Analyser TA-XT2i, modelo HD plus upgrade, marca Stable Micro Systems Ltda. (Surrey, UK); Medidor de Atividade de Água, modelo Aqualab, marca Decagon Inc (Pullman, Washington, USA); Colorímetro, modelo ColorQuest XE, marca Hunter Lab Inc. (Reston, VA, USA); Estufa, modelo TE-393/2, marca Tecnal; e vidrarias de uso comum em laboratórios.

### **Metodologia**

#### **Preparo da polpa**

Os cocos verdes foram higienizados por meio de lavagem por 10 minutos em solução de hipoclorito de sódio (30 ppm) seguida por lavagem com água potável. A água foi removida com auxílio de um furador manual. Os cocos foram abertos com faca e as polpas removidas manualmente e homogeneizadas. A secagem foi feita de acordo com a metodologia proposta por Triboli (2014). A polpa dos frutos foi submetida à secagem por atomização (*spray drying*) com auxílio de sílica pirogênica Aerosil 200 (Evonik), na concentração de 3 % em relação à massa de polpa de coco alimentada. Condições para o ensaio: velocidade do disco atomizador: 3000 rpm; temperatura do ar de entrada e depressão na câmara de secagem: 160 °C e 20 mmHg, respectivamente; vazão de alimentação: 5,25 Kg/h.

#### **Fabricação dos pães**

Todos os ingredientes, a farinha de trigo, a polpa de coco desidratada, o fermento, o açúcar e o melhorador foram colocados na masseira para homogeneização durante 2 minutos na velocidade baixa. Em seguida, adicionaram-se o sal e a água, onde o batimento foi mantido na mesma velocidade por mais 8 minutos. Após isto, foi adicionada a gordura e aumentou-se a velocidade até a obtenção do "ponto de véu". A massa foi retirada da masseira e mantida em repouso por dez minutos e, então dividida em porções de 600 gramas cada. Boleada e colocada em repouso por mais dez minutos. Em seguida, as massas foram modeladas, acomodadas nas formas, e colocadas para fermentação em estufa regulada, à temperatura de 37 °C e umidade de 85 %, por 120 minutos. O assamento foi feito em forno regulado a 180 °C por 30 minutos, seguido de resfriamento e manutenção por 23 horas, ambos à temperatura ambiente. As variáveis de processo foram controladas; mistura dos ingredientes, tempo, velocidade de batimento, temperatura da água, temperatura de saída da massa, modelagem, temperatura e umidade da câmara de fermentação. Os pães foram produzidos na planta piloto da Engenharia de Alimentos do Instituto Mauá de Tecnologia.

#### **Análises Físico-químicas e Perfil de Textura**

Os volumes de seis pães de cada formulação foram medidos por meio do medidor de volume Vondel, modelo MVP1300, em triplicatas para cada pão. O volume específico foi determinado pela

razão entre volume e massa de cada pão, expresso em  $\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$ . Após esta análise, os pães foram fatiados (fatiadas de 2,5 cm).

O teor de umidade da farinha de trigo, determinado pelo método de secagem em estufa a 105 °C, sob pressão atmosférica, de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (2011).

A medida da atividade de água foi feita no miolo do pão. O equipamento utilizado foi o Decagon modelo Aqua Lab 3TE. Para cada amostra foram realizadas três medidas, o que resultou em 9 replicatas para cada formulação de pão.

A avaliação das cores dos miolos dos pães foi realizada em um colorímetro triestímulo, com leitura direta de reflectância das três coordenadas, o CIELAB, também conhecido como espaço  $L^* a^* b^*$  (Mcguire, 1992). A coordenada de cromaticidade  $L^*$  está associado à luminosidade das amostras e pode variar de 0 a 100, e os valores mais altos de  $L^*$  (próximos de 100) caracterizam as amostras mais claras e os menores valores de  $L^*$  (menores que 50) as mais escuras. A coordenada cromática  $a^*$  está associada à dimensão verde-vermelho; valores positivos de  $a^*$  indicam amostras na região do vermelho; e valores negativos de  $a^*$  amostras na região do verde. A coordenada cromática  $b^*$  está associada à dimensão azul-amarelo, valores positivos de  $b^*$  indicam amostras na região do amarelo e valores negativos de  $b^*$  indicam amostras na região do azul.

Os perfis de textura dos pães foram obtidos pelo método TPA (TA-xT2: Texture Profile Analyser – Stable Micro Systems), (SMS,1995), (Dr. Malcolm Bourne's Food Texture e Viscosity (Academic Press), e foram realizados no analisador de textura TA-XT2i SMS utilizando um *probe* adaptado de acrílico, cilíndrico com 30 mm de diâmetro (AACC, 74-09/2000). O método utilizado consiste na dupla compressão da amostra, gerando os gráficos força-tempo (Figura 1) e força-distância. O valor do parâmetro firmeza do miolo foi obtido por meio da medida que corresponde ao pico da curva força versus tempo ( $\text{N} \cdot \text{s}^{-1}$ ). Outros parâmetros também foram analisados no miolo do pão, como coesividade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade. Estes parâmetros são utilizados devido à sua relação com parâmetros sensoriais. Os testes foram realizados em fatias retiradas das extremidades e do centro de seis pães de cada formulação.

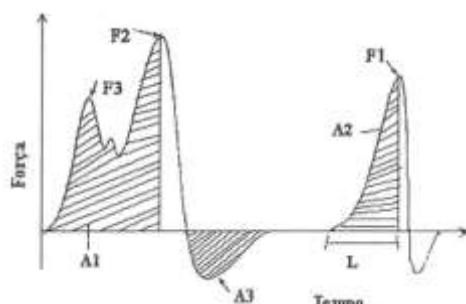


Figura 1 – Curva força x tempo gerada pelo texturômetro, em análise de dupla compressão (TPA)

As condições para os testes foram: velocidade pré-teste:  $1,0 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ ; velocidade do teste:  $1,7 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ ; velocidade do pós-teste:  $10,0 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ ; distância em que *probe* é deslocado: 20 mm; tensão: 40 %; gatilho: Auto – 5g (ponto inicial da análise, quando o acessório encontra uma resistência igual ou superior a 5 g).

### Ajuste de formulação

As variações testadas nas formulações dos pães foram baseadas numa formulação tradicional de pão de forma (Tabela 1).

Tabela 1 – Formulação básica do pão de forma

Ingredientes	Quantidades (%) <sup>*</sup>
Farinha	100
Água	--
Fermento biológico liofilizado	1
Sal	2
Açúcar	4
Gordura Vegetal Hidrogenada	4
Melhorador	1

<sup>\*</sup>(%) sobre a farinha

O CSL (Calcium Stearoyl 2-Lactyl Lactate) é o emulsificante utilizado nas formulações controles (na faixa de concentração 0,10 a 0,20 %, em relação à farinha); e o ácido ascórbico, o agente oxidante (na faixa de concentração 70 a 100 ppm na formulação do pão, em relação à farinha). Testes preliminares foram feitos com combinações destas faixas de concentrações.

Foram desenvolvidas formulações de pães, a partir da formulação tradicional (Pão Padrão); Pão sem melhorador (Pão Zero); pão Zero adicionado de 0,10 % de CSL e 70 ppm de Ácido Ascórbico (Pão Controle 1); pão Zero adicionado de 0,20 % de CSL e 70 ppm de ácido ascórbico (Pão Controle 2); pão Zero adicionado de 0,10 % de CSL e 100 ppm de ácido ascórbico (Pão Controle 3); pão Zero adicionado de 0,20 % de CSL e 100 ppm de ácido ascórbico (Pão Controle 4). As formulações estão mostradas na Tabela 2.

Tabela 2 – Formulações de Pão Padrão; sem aditivos (Zero) e com aditivos (Controles)

Ingredientes	Formulações (%) <sup>*</sup>					
	Padrão	Zero	Controle 1	Controle 2	Controle 3	Controle 4
Farinha de Trigo	100	100	100	100	100	100
Água	-	-	-	-	-	-
Fermento Biológico	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Sal	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Açúcar	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Gordura	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Melhorador	1,0	-	-	-	-	-
CSL	-	-	0,10	0,20	0,10	0,20
Ácido Ascórbico	-	-	0,007	0,007	0,010	0,010

(%)\*- porcentagem em relação à farinha

### Resultados e discussão

A composição da polpa de coco verde apresentou variação significativa dependendo do grau de maturação. As polpas utilizadas neste trabalho apresentaram, em média, 90,2 % de umidade; 0,80 % de cinzas; 0,64 % de gordura; 2,5 % de proteínas. Após a secagem em *spray dryer*, a polpa apresentou o teor de umidade de 3 %.

A importância da adição de melhoradores e/ou reforçadores na farinha de trigo, durante o preparo da massa, é como o próprio nome diz melhorar a qualidade da farinha, ou seja, aumentar a capacidade das proteínas em realizar ligações dissulfetos e interações polares, reforçando a rede de glúten. Uma rede bem estruturada garante o aprisionamento do gás carbônico produzido durante a fermentação, resultando em pães com volumes maiores e miolos macios com alvéolos uniformes.

São poucas as informações sobre a composição dos melhoradores encontrados no mercado, sabe-se que há emulsificante, ácido ascórbico e enzimas.

Os resultados dos parâmetros do perfil de textura, para as formulações dos Pães Padrão, Zero e dos Controles estão mostrados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados dos parâmetros do perfil de textura dos Pães Padrão, Zero e Controles

Formulação	Firmeza*	Coesividade*	Elasticidade*	Mastigabilidade*
	(N)		(m)	(N.m)
Pão Padrão	5,8 ± 0,4 <sup>a</sup>	0,61 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,95 ± 0,02 <sup>a</sup>	3,36 ± 0,02 <sup>a</sup>
Pão Zero	14 ± 1 <sup>b</sup>	0,65 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,98 ± 0,02 <sup>a</sup>	8,9 ± 0,6 <sup>a</sup>
Pão Controle 1	9,2 ± 0,8 <sup>c</sup>	0,65 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,99 ± 0,02 <sup>a</sup>	6,3 ± 0,4 <sup>c</sup>
Pão Controle 2	8,0 ± 0,4 <sup>d</sup>	0,67 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,96 ± 0,09 <sup>a</sup>	4,2 ± 0,6 <sup>b</sup>
Pão Controle 3	8,70 ± 0,08 <sup>e</sup>	0,66 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,98 ± 0,02 <sup>a</sup>	6,0 ± 0,3 <sup>c</sup>
Pão Controle 4	9,2 ± 0,3 <sup>c</sup>	0,64 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,95 ± 0,05 <sup>a</sup>	5,7 ± 0,4 <sup>c</sup>

Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente ( $p<0,05$ ) pelo Teste de Duncan.

\*Valores médios de análises realizadas em 18 replicatas. Pão Zero: sem aditivação; Pão Controle 1: 0,10 % CSL + 70 ppm AA; Pão Controle 2: 0,20 % CSL + 70 ppm AA; Pão Controle 3: 0,10 % CSL + 100 ppm AA; Pão Controle 4: 0,20 % CSL + 100 ppm AA

Os resultados das análises de umidade, de atividade de água, de volume específico e cor, para as formulações de Pães Padrão, Zero e dos Controles estão mostrados na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultados das análises físico-químicas dos Pães Padrão, Zero e Controles

Formulação	Volume específico (cm <sup>3</sup> .g <sup>-1</sup> )	Umidade (%)	Atividade de água	Cor		
				L*	a*	b*
Pão Padrão	6,7 ± 0,2 <sup>a</sup>	38,5 ± 0,1 <sup>a</sup>	0,952 ± 0,003 <sup>a</sup>	-	-	-
Pão Zero	3,0 ± 0,1 <sup>a</sup>	40,6 ± 0,4 <sup>b</sup>	0,9592 ± 0,0004 <sup>a</sup>	74,1 ± 0,9	1,62 ± 0,09	15,6 ± 0,4
Pão Controle 1	3,9 ± 0,2 <sup>b</sup>	40,7 ± 0,2 <sup>b</sup>	0,9599 ± 0,0006 <sup>a</sup>	76,4 ± 0,9	1,4 ± 0,1	16,1 ± 0,3
Pão Controle 2	3,7 ± 0,2 <sup>b</sup>	41,4 ± 0,3 <sup>c</sup>	0,9636 ± 0,0007 <sup>b</sup>	75 ± 1	0,8 ± 0,1	15,5 ± 0,4
Pão Controle 3	3,7 ± 0,2 <sup>b</sup>	39 ± 1 <sup>d</sup>	0,962 ± 0,001 <sup>c</sup>	77 ± 1	0,90 ± 0,09	15,8 ± 0,4
Pão Controle 4	3,8 ± 0,2 <sup>b</sup>	39,54 ± 0,04 <sup>d</sup>	0,958 ± 0,002 <sup>a</sup>	77 ± 1	0,7 ± 0,1	15,7 ± 0,5

Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente ( $p<0,05$ ) pelo Teste de Duncan.

Valores médios de análises realizadas em 6 replicatas. Pão Zero: sem aditivação; Pão Controle 1: 0,10 % CSL + 70 ppm AA; Pão Controle 2: 0,20 % CSL + 70 ppm AA; Pão Controle 3: 0,10 % CSL + 100 ppm AA; Pão Controle 4: 0,20 % CSL + 100 ppm AA

Os resultados para firmeza e mastigabilidade (Tabela 3) apresentaram diferenças significativas ( $p<0,05$ ) entre o Pão Padrão, o Pão Zero e os Pães Controles. Para coesividade e elasticidade essas diferenças não foram observadas. O Pão Padrão com adição de melhorador (CSL, ácido ascórbico e enzimas) apresentou miolo bastante macio 5,8 N, em comparação aos pães Controles, variação de 8,0 a 9,2 N, o que pode ser justificado pela ausência de enzimas nesses últimos, as quais contribuem substancialmente com a maciez e também com aumento do volume (em média 3,7 cm<sup>3</sup>.g<sup>-1</sup> para os Controles e 6,7 cm<sup>3</sup>.g<sup>-1</sup> para o Padrão). O Pão Zero apresentou firmeza muito elevada 14 N, com miolo bastante compactado, que resultou em volume específico muito baixo de 3,0 cm<sup>3</sup>.g<sup>-1</sup>, justificada pela ausência de aditivos.

Os resultados para umidade e a atividade de água (Tabela 4), apesar de apresentarem diferenças significativas ( $p<0,05$ ), apresentaram variações muito pequenas entre as formulações.

Com os resultados obtidos por Ripari (2016) e em trabalhos anteriores realizados no IMT, optou-se por adotar as faixas de substituições das concentrações do emulsificante CSL por polpa de

coco verde desidratada, de 1 a 3 %, e de ácido ascórbico (AA), de 70 a 130 ppm, porcentagens sempre em relação à farinha (Tabela 5).

Tabela 5 – Formulações de Pães (P1 a P9) com polpa de coco verde desidratada

Ingredientes	Formulações (%)*								
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Farinha de Trigo	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Água	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fermento Biológico	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Sal	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Açúcar	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Gordura	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Polpa de Coco	1,0	2,0	3,0	1,0	2,0	3,0	1,0	2,0	3,0
Ácido Ascórbico	0,0070	0,0070	0,0070	0,010	0,010	0,010	0,0130	0,0130	0,0130

(%)\* - porcentagem em relação à farinha

Os resultados dos parâmetros do perfil de textura, para as formulações dos Pães (P1 a P9) com polpa de coco desidratada e ácido ascórbico estão mostrados na Tabela 6.

Tabela 6 – Resultados dos parâmetros do perfil de textura dos Pães (P1 a P9) com polpa de coco verde desidratada (P) e ácido ascórbico (AA)

Formulação	AA (ppm)	P (%)	Firmeza (N)	Coesividade	Elasticidade (m)	Mastigabilidade (N.m)
P1	70	1	10,0 ± 0,8	0,63 ± 0,04	0,97 ± 0,04	6,1 ± 0,5
P2	70	2	11,8 ± 0,8	0,62 ± 0,03	0,95 ± 0,20	6,3 ± 0,9
P3	70	3	14 ± 1	0,59 ± 0,03	0,94 ± 0,06	7,9 ± 0,8
P4	100	1	9 ± 1	0,60 ± 0,08	0,94 ± 0,02	8,4 ± 0,7
P5	100	2	13 ± 1	0,61 ± 0,03	0,97 ± 0,02	8,4 ± 0,6
P6	100	3	19 ± 2	0,58 ± 0,02	0,94 ± 0,04	11 ± 1
P7	130	1	10,1 ± 0,7	0,66 ± 0,07	0,97 ± 0,03	6,3 ± 0,8
P8	130	2	14,2 ± 0,8	0,68 ± 0,02	0,98 ± 0,03	5,9 ± 0,6
P9	130	3	17 ± 1	0,59 ± 0,02	0,99 ± 0,07	9 ± 1

Na Figura 2 estão os resultados para a firmeza dos miolos dos pães, das formulações P1 a P9, mostrando graficamente a perda da maciez com o aumento da polpa (de 1 a 3 %) nas diferentes concentrações de ácido ascórbico (de 70 a 130 ppm).

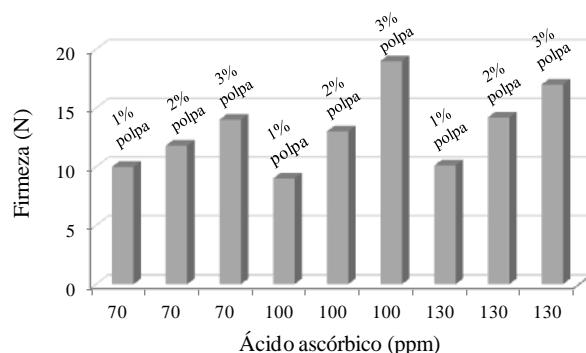


Figura 2 – Resultados para o parâmetro firmeza dos miolos dos pães

Observando os resultados para o parâmetro firmeza, Figura 2, foi possível concluir que o miolo do pão perdeu maciez significativamente ( $p<0,05$ ) com o aumento da concentração de polpa desidratada na formulação, independentemente da concentração de Ácido Ascórbico. E estão em desacordo com resultados obtidos em trabalhos anteriores, onde valores para firmeza foram muito inferiores a esses, variando de 6,5 a 7,2 N (Ripari, 2016) com concentrações de 70 ppm de Ácido Ascórbico. As prováveis justificativas são que, primeiramente, as farinhas utilizadas nos trabalhos foram obtidas de fabricantes diferentes; e quando há o preparo da polpa de coco verde é necessário colocar sílica pirogênica Aerosil como aditivo melhorador inerte, pois esta tende a aderir no interior da câmara de secagem. A quantidade de sílica adicionada foi de 3,0 % em relação à massa de material alimentado. A umidade inicial da polpa era de 90,2 % e o produto obtido na forma de pó apresentou 3 % de umidade, com 22,7 % de sílica. Apesar de adicionar 1 a 3 % de polpa nas formulações dos pães, provavelmente a sílica adicionada indiretamente afetou significativamente a maciez dos miolos.

Notou-se que a maioria dos pães das formulações P1 a P9 obteve resultados de firmeza (Tabela 6) significativamente maiores ( $p<0,05$ ) em relação ao Pão Padrão (Tabela 3), e alguns casos apresentaram valores superiores ao obtido para o Pão Zero (Tabela 3), sem aditivação, onde este resultado foi contrário ao esperado, pois quando se faz qualquer tipo de aditivação há o aumento da maciez e do volume específico.

Quanto aos outros resultados para os parâmetros de coesividade, mastigabilidade e elasticidade, as diferenças apresentadas entre as formulações não foram relevantes.

Os resultados das análises de umidade, de atividade de água, de volume específico e cor, para as formulações dos Pães (P1 a P9), com polpa de coco desidratada e ácido ascórbico estão mostrados na Tabela 7.

Tabela 7 – Resultados das análises físico-químicas dos Pães (P1 a P9) com polpa de coco verde desidratada (P) e ácido ascórbico (AA)

Formulação	AA (ppm)	P (%)	Volume específico*	Umidade (%)	Atividade de água	L*	a*	Cor b*
P1	70	1	3,8 ± 0,3	40,00 ± 0,09	0,9598 ± 0,0008	74 ± 1	1,3 ± 0,2	15,4 ± 0,6
P2	70	2	3,6 ± 0,1	39,64 ± 0,07	0,9588 ± 0,0004	72 ± 2	1,4 ± 0,2	14,6 ± 0,6
P3	70	3	3,5 ± 0,2	39,55 ± 0,05	0,959 ± 0,002	71 ± 1	1,8 ± 0,1	14,6 ± 0,4
P4	100	1	3,6 ± 0,2	38,7 ± 0,2	0,956 ± 0,002	75 ± 1	1,2 ± 0,2	15,3 ± 0,6
P5	100	2	3,2 ± 0,2	39,3 ± 0,2	0,959 ± 0,001	74 ± 2	1,4 ± 0,1	14,7 ± 0,6
P6	100	3	2,8 ± 0,1	38,8 ± 0,4	0,9577 ± 0,0009	72 ± 1	2,2 ± 0,1	15,2 ± 0,3
P7	130	1	3,5 ± 0,1	39,5 ± 0,4	0,958 ± 0,001	75 ± 2	1,2 ± 0,1	15,2 ± 0,6
P8	130	2	3,6 ± 0,1	39,6 ± 0,2	0,9601 ± 0,0009	75 ± 1	1,6 ± 0,1	15,6 ± 0,5
P9	130	3	3,0 ± 0,1	39,5 ± 0,3	0,958 ± 0,002	72 ± 2	2,2 ± 0,2	15,3 ± 0,6

\*(cm<sup>3</sup>·g<sup>-1</sup>)

Na Figura 3 estão os resultados para os volumes específicos dos pães, das formulações P1 a P9, mostrando graficamente a redução do volume com o aumento da polpa (de 1 a 3 %) nas diferentes concentrações de ácido ascórbico.

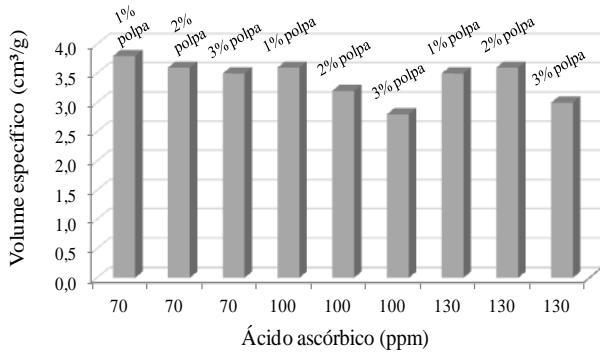


Figura 3 – Resultados para o volumes específicos dos pães

Observando os resultados para o volume específico, Figura 3, foi possível concluir que houve redução significativa do volume ( $p<0,05$ ) com o aumento da concentração de polpa desidratada na formulação, independentemente da concentração de ácido ascórbico. Perda de volume específico indica pães de tamanhos menores com miolos mais compactados, o que está coerente com os resultados de firmeza. Miolos mais compactados conferem maior rigidez, maior firmeza.

Quanto aos valores de umidade e atividade de água, as diferenças apresentadas entre as formulações (P1 a P9), não foram relevantes.

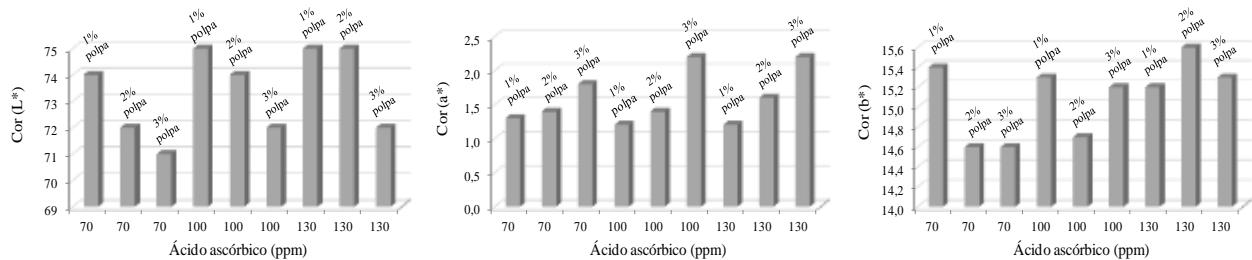


Figura 4 – Resultados para a análise de cor dos miolos dos pães

Os valores do parâmetro  $L^*$  e das coordenadas cromáticas  $a^*$  e  $b^*$  da análise de cor das amostras dos pães, das formulações P1 a P9, estão mostrados na Figura 4. Essas amostras apresentaram valores do parâmetro  $L^*$  acima de 50 ( $L^* > 70$ ), Tabela 7, caracterizando-as como amostras claras. Porém, observou-se que quando se aumenta o teor de polpa de 1 para 3 %, os valores de  $L^*$  diminuem, independentemente da concentração de ácido ascórbico, significando que os miolos ficaram mais escuros, o mesmo observado por Rolim (2010), quando adicionou farinha de yacon em amostras de pães. As amostras apresentaram valores positivos na coordenada cromática  $a^*$  (Tabela 7), ou seja, estão na região do vermelho e quanto maior a quantidade de polpa, maior sua intensidade. E também apresentaram valores positivos na coordenada cromática  $b^*$  (Tabela 7), ou seja, estão na região do amarelo, como o esperado, porém não foi possível observar um comportamento semelhante entre as diferentes concentrações de ácido ascórbico.

Para finalizar, comparando-se os resultados das análises mais importantes (Tabela 8) para avaliação da qualidade dos pães, firmeza e volume específico, e também cor, verificou-se que a formulação P4, com 100 ppm de Ácido Ascórbico e 1 % de polpa de coco verde desidratada, foi a que apresentou valores mais próximos dos obtidos pelos Pães Controles, sendo esta, portanto, a melhor formulação com adição de polpa.

Tabela 8 – Comparação dos resultados das análises de firmeza, volume específico e cor dos Pães

Formulação	Firmeza*	Volume específico**	Cor				
			(N)	(cm <sup>3</sup> .g <sup>-1</sup> )	L	a	b
Pão Padrão	5,8 ± 0,4 <sup>a</sup>	6,7 ± 0,2 <sup>a</sup>			-	-	-
Pão Zero	14 ± 1 <sup>b</sup>	3,0 ± 0,1 <sup>b</sup>	74,1 ± 0,9 <sup>a</sup>	1,62 ± 0,09 <sup>a</sup>	15,6 ± 0,4 <sup>a</sup>		
Pão Controle 1	9,2 ± 0,8 <sup>c</sup>	3,9 ± 0,2 <sup>c</sup>	76,4 ± 0,9 <sup>b</sup>	1,4 ± 0,1 <sup>b</sup>	16,1 ± 0,3 <sup>b</sup>		
Pão Controle 3	8,70 ± 0,08 <sup>d</sup>	3,7 ± 0,2 <sup>d,c</sup>	77 ± 1 <sup>b</sup>	0,90 ± 0,09 <sup>c</sup>	15,8 ± 0,4 <sup>a</sup>		
Pão P4	9 ± 1 <sup>c,d</sup>	3,6 ± 0,2 <sup>d</sup>	75 ± 1 <sup>a</sup>	1,2 ± 0,2 <sup>d</sup>	15,3 ± 0,6 <sup>a</sup>		

Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente ( $p<0,05$ ) pelo Teste de Duncan.

\*Valores médios de análises realizadas em 18 replicatas. \*\*Valores médios de análises realizadas em 6 replicatas. Pão Zero: sem aditivação; Pão Controle 1: 0,10 % CSL + 70 ppm AA; Pão Controle 3: 0,10 % CSL + 100 ppm AA; Pão P4: 1 % de polpa + 100 ppm de AA

## Conclusões

A quantidade da polpa de coco verde adicionada nas formulações dos pães, para substituir o emulsificante, não deve ser superior a 1 %, em relação à farinha, pois acima dessa concentração, os pães apresentaram miolos muito duros e mais escuros, e volumes reduzidos. A melhor concentração para ácido ascórbico foi entre 70 e 100 ppm. Assim, a formulação que mais se aproximou dos Controles, que não são ideais, foi àquela adicionada de 1 % de polpa e 100 ppm de AA (Pão P4). Portanto, para desenvolver uma formulação ideal, próxima ao Padrão, mais estudos deverão ser realizados.

## Referências Bibliográficas

- AACC, American Association of Cereal Chemists (2000). Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10<sup>a</sup> edição. Saint Paul.
- ABIP (2017). Associação Brasileira de Panificação e Confeitaria. Disponível em: <<http://www.abip.org.br>>. Acesso em 05/07/2017.
- AOAC, Association of Official Analytical Chemists (1995). Official methods of analysis of the Associations of Official Analytical Chemists. Arlington.
- Mcguire, R.G. (1992) Reporting of Objective Color Measurements. Hortscience, 27 (12).
- Ripari, G.F. (2016) Utilização da polpa de coco verde na fabricação de pão de forma. Iniciação Científica. Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul.
- Rolim, P.M; Salgado, S.M.; Padilha, V.M.; Livera, A.V.S.; Guerra, N.B.; Andrade, S.A.C. (2010) Análise de componentes principais de pães de forma formulados com farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius* (Poepp.) H. Rob.). Rev. Ceres, 57, n.1, p. 12-17.
- Santana, I. A. (2012) Avaliação química e funcional de polpa de coco verde e aplicação em gelado comestível. Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul. Dissertação de Mestrado.
- SMS, Stable Micro Systems (1995). Extensibility of dough and measure of gluten quality (TA-XT2 application study REF: DOU/KIE).
- Triboli, E.P.D.R. (2014) Estudo e Otimização de processo de secagem de iogurte por otimização com secador em escala piloto. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo. p. 340.