



Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia de Alimentos
Departamento de Tecnologia de Alimentos



**DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA ALTERNATIVA PARA
CONCENTRAÇÃO DE POLPA DE MANGA**

Por
Silvana Belém de Oliveira
Tecnóloga em Alimentos
Orientador: Prof. Dr. Roberto Hermínio Moretti

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Campinas
2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FEA – UNICAMP

OL4d Oliveira, Silvana Belém
Desenvolvimento de tecnologia alternativa para
concentração de polpa de manga / Silvana Belém de
Oliveira. -- Campinas, SP: [s.n], 2011.

Orientador: Roberto Hermínio Moretti
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de
Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos

1. Centrifugação. 2. Polpa de frutas. 3. Viscosidade.
4. Manga. I. Moretti, Roberto Hermínio. II.
Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de
Engenharia de Alimentos. III. Título.

Título em inglês: Development of alternative technology for concentration
of mango pulp

Palavras-chave em inglês (Keywords): Centrifugation, Fruits pulp, Viscosity, Mango

Titulação: Mestre em Tecnologia de Alimentos

Banca examinadora: Roberto Hermínio Moretti

Niurka Maritza Almeyda Haj-Isa

Silvana Mariana Srebernich

Data da defesa: 26/03/2011

Programa de Pós Graduação: Programa em Tecnologia de Alimentos

Este exemplar corresponde à redação final da dissertação defendida em ____/____/____
por Silvana Belém de Oliveira, aprovado pela comissão julgadora em ____/____/____

Prof. Dr. Roberto Hermínio Moretti
(Orientador)

Profa. Dra. Niurka Maritza Almeyda Haj-Isa
(Membro)

Profa. Dra. Silvana Mariana Srebernich
(Membro)

Prof. Dr. Flávio Luis Schmidt
(Membro)

Prof. Dr. José Gilberto Jardine
(Membro)

“Ó Senhor nosso Deus, tu tens feito grandes coisas por nós. Não há ninguém igual a ti. Tu tens feito muitos planos maravilhosos para o nosso bem. Ainda que eu quisesse, não poderia falar de todos eles, pois são tantos, que não podem ser contados”.

Salmos 40:5,6

*Às meninas dos meus olhos, minha mãe **Simone**, minha avó **Marlene** e minhas irmãs **Sofia e Samylla***

*Ao meu noivo **Thiago**, brilho dos meus olhos*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao bom e generoso Deus, por tudo que tenho que sou e vier a ser;

À Faculdade de Engenharia de Alimentos, especialmente ao Departamento de Tecnologia de Alimentos, por possibilitar a realização do trabalho;

Ao Prof. Dr. Roberto Hermínio Moretti, pela confiança e ensinamentos valorosos;

Aos Membros da Comissão Examinadora, às professoras Dra. Niurka Haj-Isa e Dra. Silvana Srebernich e os professores Dr. Gilberto Jardine e Dr. Flávio Shimidt, por aceitarem participar da banca e pelas sugestões que muito contribuíram para a qualidade desta dissertação;

Ao CNPq pela concessão da bolsa de mestrado;

À FAPESP pelo auxílio financeiro;

À Prof. Dra. Hélia Sato, por ter permitido a utilização da centrífuga do seu laboratório;

Ao Sr. Humberto Lima pela doação da manga utilizada nos experimentos;

Ao prof. Flávio Schmidt e a Dra. Patricia Azoubel pela amizade e conhecimentos compartilhados;

À Ana Koon, técnica do Laboratório de Frutas, pela paciência, atenção e contribuição no desenvolvimento deste trabalho;

Aos funcionários dona Denir Ana Maria, Aduino, e Marlene pelo carinho e apoio;

À Ana Brambilla, bolsista de iniciação científica, por toda ajuda prestada e pela amizade;

As amigas queridas, Érica Dantas, Juliana Almeida, Carlyne Bitencourt e Danielly Gondinho por toda a ajuda na execução dos experimentos, muitas vezes abdicando finais de semana e feriados para me ajudar, por me escutarem e por todas as palavras de incentivo. A amizade de vocês é mais valiosa que ouro!

À minha amiga Ana Júlia Araújo por toda ajuda e por sempre me ouvir nos momentos de dificuldades;

Aos meus amigos Jorge Lima, Jessica Souza, Neumar Malheiros e Ivo Koga, pelos momentos de descontração e por me ajudarem na fase de adaptação em Campinas;

À Thays Guerra, amiga tão próxima quanto irmã, ao seu esposo Rodrigo Guerra, sua sogra Rosely, sua mãe Ivanilda e toda sua família por terem me acolhido tão bem, fazendo me sentir parte da família e por todos os momentos compartilhados que amenizaram as saudades que sinto de casa;

A todos os meus familiares, meus tios (Silvio, Sidney e Silas), tias (Sione e Sara), primos, sogros, cunhadas, cunhados e sobrinhos pelo suporte emocional e amor incondicional;

Aos meus grandes amores, minha mãe Simone e minha avó Marlene, pelo amor incondicional, incentivo, valores e sonhos compartilhados, por serem as melhores professoras da minha vida;

As minhas irmãs Sofia e Samylla, pela torcida, amor e alegria que sempre me proporcionam;

Ao meu grande amigo e eterno namorado Thiago, pelo amor, paciência e pela permanente presença apesar da distância física;

Às pessoas que, direto ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Deus abençoe a todos!!

Muito obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xii
RESUMO	xii
ABSTRACTxiv
1- INTRODUÇÃO.....	1
2- OBJETIVOS.....	3
2.1- GERAL.....	3
2.2- ESPECÍFICOS	3
3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1- MANGA.....	4
3.2- MERCADO DE SUCOS E POLPA CONCENTRADA E SUA IMPORTÂNCIA.....	6
3.3 - CONCENTRAÇÃO DE POLPA DE FRUTA	7
3.3.1- SEPARAÇÃO DA POLPA E DO SUCO DA MANGA E POSTERIOR RECOMBINAÇÃO.....	10
3.4- SUBSTÂNCIAS PÉCTICAS	10
3.4.1- ENZIMAS PECTINOLÍTICAS NO PROCESSAMENTO DE FRUTAS.....	11
3.5- REOLOGIA DE SUCOS E POLPA DE FRUTAS	13
3.6- CAROTENÓIDES.....	17
3.7- MEDIÇÃO DE COR POR INSTRUMENTO.....	19
3.8- ANÁLISE SENSORIAL DE ALIMENTOS.....	21
3.9- PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL	22
4- MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
4.1- MATÉRIA – PRIMA	25
4.2- OBTENÇÃO DA POLPA DE MANGA CONCENTRADA RECONSTITUÍDA.....	25
4.3- PROCESSOS PARA OBTENÇÃO DA POLPA DE MANGA CONCENTRADA.....	27
4.4- DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS.....	29
4.5- ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	31
4.6- ELABORAÇÃO DO NÉCTAR	32
4.7- ANÁLISE SENSORIAL	33
5- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
5.1- CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA	34
5.2- OBTENÇÃO DA ‘POLPA PRECIPITADA’ E ‘SUCO CLARIFICADO’	35
5.2.1- RENDIMENTO DE ‘POLPA PRECIPITADA’	37
5.2.2- FIBRAS	39

5.2.3- ACIDEZ	42
5.2.4- UMIDADE	43
5.2.5- CAROTENÓIDES TOTAIS	44
5.2.6- COR.....	45
5.2.7- Brix, pH , VITAMINA C E PECTINA	49
5.2.8- RENDIMENTO DE 'SUCO CLARIFICADO'	51
5.2.7- COR.....	53
5.2.8- BRUX, pH, VITAMINA C, PECTINA, ACIDEZ E SÓLIDOS TOTAIS	56
5.3- OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO.....	58
5.3.1- POLPA DE MANGA CONCENTRADA RECONSTITUÍDA	59
5.3.2- REOLOGIA DA POLPA DE MANGA CONCENTRADA RECONSTITUÍDA	61
5.3.3- CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS NÉCTARES.....	62
5.4- ANÁLISE SENSORIAL	62
5.5- ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	67
6- CONCLUSÕES	68
7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Frutos de manga ‘Tommy Atkins’	5
Figura 3.2- Estrutura molecular da pectina	11
Figura 3.3. Espaço de cor CIELAB.	20
Figura 3.4- Esquema para ângulo de cor (°HUE).....	21
Figura 4.1- Fluxograma do processo de obtenção da polpa de manga concentrada reconstituída.....	29
Figura 5.1 Curvas de contorno para rendimento de ‘polpa precipitada’, (A) tempo de centrifugação e número de gravidade; (B) tempo de centrifugação e concentração de pectinase; (C) número de gravidades e concentração de pectinase.	39
Figura 5.2- Curvas de contorno para teor de fibras na ‘polpa precipitada’, (A) número de gravidade e concentração de pectinase; (B) tempo de centrifugação e número de gravidades; (C) tempo de centrifugação e concentração de pectinase.....	41
Figura 5.3- Curva de contorno para acidez da ‘polpa precipitada’	42
Figura 5.4- Superfícies de respostas e curvas de contorno para teor de umidade na ‘polpa precipitada’, (a) e (b) número de gravidade e concentração de pectinase.....	44
Figura 5.5- Curvas de contorno para Luminosidade na ‘polpa precipitada’, (A) número de gravidade e concentração de pectinase; (B) tempo e número de gravidades; (C) tempo de centrifugação e concentração de pectinase	47
Figura 5.6- Curva de contorno para o Croma na ‘polpa precipitada’, (número de gravidade e concentração de pectinase)	48
Figura 5.7- Curvas de contorno para ângulo Hue na ‘polpa precipitada’	49
Figura 5.8- Curvas de contorno para Rendimento de ‘Suco Clarificado’ (número de gravidade e tempo de centrifugação).	52
Figura 5.9- Curvas de contorno para o croma do ‘Suco Clarificado’ (número de gravidade e concentração de pectinase)	54
Figura 5.10- Curva de contorno para o ângulo Hue do ‘Suco Clarificado’	55
Figura 5.11- Curva de nível para o rendimento de ‘suco clarificado’	58
Figura 5.12- ‘Polpa precipitada’ (a) e suco clarificado (b)’, obtidos no ponto ótimo escolhido.....	59

Figura 5.13 – Histogramas de frequência dos valores obtidos pelo atributo aparência das amostras do néctar obtido a partir de polpa concentrada reconstituída de manga.	63
Figura 5.14 – Histogramas de frequência dos valores obtidos pelo atributo aroma das amostras do néctar obtido a partir de polpa concentrada reconstituída de manga.	63
Figura 5.15 – Histogramas de frequência dos valores obtidos pelo atributo sabor das amostras do néctar obtido a partir de polpa concentrada reconstituída de manga.	64
Figura 5.16– Histogramas de frequência dos valores obtidos pelo atributo textura das amostras do néctar obtido a partir de polpa concentrada reconstituída de manga.	64
Figura 5.17 – Histogramas de frequência dos valores obtidos pelo atributo impressão global das amostras do néctar obtido a partir de polpa concentrada reconstituída de manga	65
Figura 5.18- Histograma de intenção de compra.....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1- Composição química média da manga ‘Tommy Atkins’ in natura.....	6
Tabela 3.2 – Classificação dos fluidos não-newtonianos	14
Tabela 3.3- Comportamento reológico de alguns produtos obtidos de frutas.....	16
Tabela 4.1- Níveis das variáveis estudados no planejamento fatorial completo.....	26
Tabela 4.2 – Matriz de planejamento para obtenção da polpa precipitada e suco clarificado.....	27
Tabela 4.3- Proporção de polpa precipitada e suco clarificado concentrado na reconstituição da polpa concentrada	28
Tabela 5.1- Caracterização físico-química da manga ‘Tommy Atkins’ in natura	34
Tabela 5.2- Valores obtidos experimentalmente para rendimento, fibra bruta, acidez, umidade, carotenóides e coordenadas de cor L*, C*, H* na ‘polpa precipitada’	36
Tabela 5.3- Valores médios de Brix, pH, carotenóides, vitamina C e pectina obtidos experimentalmente na separação da ‘polpa precipitada’	50
Tabela 5.4- Valores de rendimento de ‘suco clarificado’ e as coordenadas de cor L*, C*, H* e Turbidez obtidos experimentalmente na separação do ‘suco clarificado’ de manga.	51
Tabela 5.5- Valores de brix, pH, vitamina C, pectina, acidez e sólidos totais obtidos experimentalmente na separação do ‘suco clarificado’	57
Tabela 5.6- Valores físico-químicos obtidos para as polpas de manga concentrada reconstituída com diferentes teores de ‘polpa precipitada’	60
Tabela 5.7- Parâmetros do modelo de Herschel-Bulkley para as polpas de manga concentrada reconstituída.....	61
Tabela 5.8- Aceitação média dos atributos aparência, aroma, sabor, textura, e impressão global dos néctares de manga obtidos da polpa de manga concentrada reconstituída, utilizando diferentes quantidades de ‘polpa precipitada’ de manga.....	65
Tabela 5.9- Resultados microbiológicos para os néctares A, B e C.....	67

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de uma tecnologia mais simples para concentração de produtos viscosos e obtenção de polpa concentrada de manga com maior retenção das características sensoriais e nutricionais e boa aceitação do produto por parte dos consumidores. A polpa integral de manga sofreu tratamento enzimático e centrifugação variando-se o número de gravidades e o tempo na centrífuga. Foram separadas duas frações, a polpa precipitada e o suco clarificado de manga. A melhor condição para separação das frações da polpa de manga integral escolhida foi tempo de centrifugação de 15 minutos, número de gravidades 5000G e concentração de pectinase de 16ppm, para obtenção de um rendimento ao redor de 75% de suco clarificado. O suco clarificado foi concentrado por 2,5h quando atingiu 60°Brix. Após isto, o mesmo foi reconstituído com proporções diferentes de polpa precipitada (1= 30%, 2= 67% e 3= 0% de polpa precipitada adicionada), sendo a formulação que obedeceu às frações originais das partes separadas (67% de polpa precipitada) obteve menor brix (29,8°Brix) e diferença total de cor e melhores resultados para teor de carotenóides e fibras. Foram elaborados néctares a partir dos concentrados obtidos e submetidos a análise sensorial. A formulação B (maior teor de polpa precipitada) apresentou os melhores resultados para todos os atributos.

Palavras chave: concentração, centrifugação, néctar.

ABSTRACT

This study aimed to develop a simpler technology for concentration of viscous products and obtaining concentrated mango pulp with better retention of nutritional and sensory characteristics and good product acceptance by consumers. The whole pulp mango enzyme treatment and centrifugation suffered varying the number of severity and duration of the centrifuge. Two fractions were separated, the pulp and precipitated clarified juice of mango. The best condition for separation of fractions of mango pulp was chosen integral centrifugation time of 15 minutes, number and severity 5000G pectinase concentration of 16ppm, to obtain a yield around 75% of clear juice. The clarified juice was concentrated by 2.5 h when it reached 60 ° Brix. After that, it was reconstituted with different ratios of precipitated pulp (a = 30%, 67% and 2 = 3 = 0% pulp precipitated added), and the formulation that followed the original fractions of the separate parts (67% pulp precipitated) had lower Brix (29.8 ° Brix) and total color difference and better results for carotenoids and fiber. Nectars were prepared from the concentrates obtained and subjected to sensory analysis. Formulation B (higher pulp content hasty) showed the best results for all attributes.

Keywords: concentration, centrifugation, nectar.

1- INTRODUÇÃO

Os consumidores de alimentos industrializados têm se preocupado cada vez mais com a qualidade nutricional e sensorial dos mesmos demandando produtos nutritivos e saborosos. Polpas e sucos de frutas tropicais atendem a estes requisitos por serem ricos em vitaminas, sais minerais, açúcares e substâncias antioxidantes, além de possuírem aromas e sabores agradáveis. Desta forma, são necessárias técnicas de processamento e conservação que sejam eficazes em manter os produtos processados o mais próximo das características originais das frutas (CIANCI et al, 2005).

Algumas polpas integrais de frutas possuem alta viscosidade, apresentando dificuldades de serem concentradas. Esta característica dificulta a taxa de transferência de calor, aumentando o tempo de processo, conseqüentemente, ocorre maior consumo de energia para concentração, além disso, alimentos mais viscosos em contato com superfícies quentes por períodos mais longos tendem a sofrer maiores danos devido ao calor (SIOZAWA & QUAST, 1975; MANNHEIM & PASSY, 1974; FELLOWS, 2006).

A evaporação de fluidos altamente viscosos ou polposos, apresenta dificuldades que muitos evaporadores contínuos não conseguem superar como incrustação do equipamento, queima do produto e ineficiente troca térmica, entre outras. Por isso esses fluidos normalmente são concentrados através de evaporadores de superfície raspada, evaporadores de circulação forçada e evaporadores centrífugos. Porém estes equipamentos possuem alto custo, as partes internas móveis são de difícil manutenção, apresenta pequena capacidade na unidade simples, bem menor do que unidades multitubulares, e ocorre maior gasto de energia na utilização destes (SIOZAWA & QUAST, 1975).

A utilização de um pré-tratamento enzimático utilizando enzimas pectinolíticas para redução da viscosidade da polpa é interessante, pois as mesmas são eficientes, precisas e práticas e aumentam o rendimento do processo de obtenção da polpa (ONOFRE, 1995). Porém são necessárias técnicas que auxiliem na concentração.

Com o objetivo de diminuir o custo de transporte, embalagem e armazenamento, como também redução na atividade de água, favorecendo a conservação do produto, realiza-se a concentração da polpa da fruta. A concentração por evaporação é o processo mais utilizado, entretanto, apresenta como principal desvantagem, a alteração das propriedades sensoriais e nutritivas, levando pesquisadores à procura de métodos de concentração que preservem as características da polpa fresca.

A tecnologia aqui sugerida propôs um prévio tratamento enzimático e centrifugação da polpa integral, ocasionando a separação da parte viscosa da polpa da parte líquida (suco clarificado). O suco clarificado é mais fácil de ser concentrado, pois por ter elevado teor de água, baixa viscosidade e teor de fibras, possui menor interferência na transferência de calor, podendo ser concentrado em evaporadores de filmes descendentes ou de placas, de custo mais baixo que os evaporadores normalmente utilizados. Como a polpa (precipitada) não é submetida à concentração os aromas, sabor, pigmentos e vitaminas serão preservados (CASTRO PUERTA, 1992).

Esta tecnologia poderá ser aplicada a qualquer fluido viscoso, como polpa de mamão, banana, goiaba, etc. Neste trabalho, foi estudado seu efeito na concentração de polpa de manga, devido ao fato da mesma ser uma fruta de regiões tropicais e subtropicais, de grande demanda em todo o mundo, tanto para o seu consumo in natura quanto industrializado na forma de sucos, polpas, néctares, sorvetes e sobremesas gelificadas (PELEGRINE, 1999). Sua polpa possui elevada viscosidade e teor de fibras, fatos que dificultam a concentração.

2- OBJETIVOS

2.1- GERAL

Desenvolver uma tecnologia para concentração de produtos viscosos e obtenção de polpa de manga concentrada com maior retenção das características sensoriais e nutricionais.

2.2- ESPECÍFICOS

- Desenvolver uma tecnologia de concentração de fluidos viscosos, que minimize as perdas de carotenóides, vitamina C e características sensoriais da polpa in natura;
- Determinar a melhor concentração de pectinase a ser adicionada, gravidades e tempo do produto na centrífuga;
- Produzir polpa de manga concentrada, realizando a separação da polpa ('Suco clarificado' + Polpa precipitada'), concentração do 'suco clarificado' e posterior recombinação das partes;
- Avaliar as características físico-químicas da fração precipitada viscosa ('polpa') e da fração líquida ('suco');
- Elaborar polpas concentrada reconstituída com diferentes quantidades de 'polpa precipitada' e analisar suas características físico-químicas;
- Elaborar néctares a partir das polpas concentrada reconstituída e analisar sua aceitação através de análise sensorial.

3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1- MANGA

A fruticultura está presente em todos os estados brasileiros e, como atividade econômica, envolve em torno de 5 milhões de pessoas, direta e indiretamente. Com isso, o Brasil posiciona-se como o terceiro maior produtor mundial, com colheita em torno de 40 milhões de toneladas ao ano, mas representa apenas 2% do comércio global do setor, o que demonstra o forte consumo interno (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2010).

A fruticultura brasileira vem se expandindo nos últimos 10 anos, com saldos positivos crescentes e com impacto amplamente favorável no desenvolvimento econômico do País. O incremento da produção de frutas frescas em 2008 chegou a 4,5%, enquanto as frutas processadas avançaram 11,5% em relação ao ano anterior (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2009).

De acordo com o ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA (2010), em 2009 foram exportados 110 mil toneladas de manga. A manga do Brasil tem o mercado interno como principal fonte de escoamento da produção. Mesmo com o grande incremento observado, as nossas exportações de manga ainda estão em torno de 13% do volume total produzido no país (ARAÚJO, 2007).

É uma das mais importantes frutas tropicais, sendo muito apreciada pelas suas características sensoriais como o sabor, aroma e coloração (CARDELLO & CARDELLO, 1998).

É comercializada no mercado interno quase que exclusivamente na forma in natura, sendo que o excedente dessas frutas frescas nem sempre é completamente utilizado, gerando desperdícios imensos deste fruto (SOUZA et al, 2002). Por ser uma fruta sazonal e de grande aceitação no mercado nacional e internacional, sua industrialização é de extrema importância para que ocorra diminuição nas perdas, melhor aproveitamento e disponibilidade de seu sabor durante todo o ano (BRUNINI et al., 2002).

A fruta apresenta grandes possibilidades para processamento, a partir da mesma é possível obter vários produtos como suco integral, polpa congelada, doces, geléias, néctares, desidratados, etc.

Uma das variedades mais cultivadas para fins comerciais no Brasil é a ‘Tommy Atkins’ (Figura 3.1), ocupando 80% dos pomares comerciais (ALMEIDA & SILVA SOUZA, 2006). É uma das mais cultivadas mundialmente para exportação. Representa 90% das exportações de manga no Brasil. A mesma se destaca por apresentar alta produtividade e resistência ao transporte (COSTA & SANTOS, 2007).

Esta variedade produz frutos grandes (400g a 600g), resistentes ao manuseio e ao transporte, de casca grossa, lisa e de coloração que vai do amarelo ao vermelho brilhante. A polpa é amarelo escura, de sabor agradável, doce e com poucas fibras (CUNHA et al.,1994).



Foto: Embrapa Semi-Árido

Figura 3.1 – Frutos de manga ‘Tommy Atkins’

Dentre os micronutrientes, a manga contém, principalmente, cálcio, fósforo e potássio e as vitaminas presentes são a A (beta-caroteno), as do complexo B, sendo que o teor varia de cultivar para cultivar, inclusive para uma mesma variedade devido às distintas condições climáticas e de solo existentes nas diferentes regiões de cultivo. Além disso, o grau de maturação dos frutos também influencia no aroma e no teor de vitaminas C e A. Quando verdes, os frutos são adstringentes, ácidos e ricos em vitamina C, enquanto que os maduros são doces, ricos em pró-vitamina A, moderados em vitamina C e altamente aromáticos (SIQUEIRA et al., 1988).

A porcentagem de açúcares totais pode variar de acordo com a variedade da manga e seu estágio de maturação. A sacarose é o principal açúcar presente na manga Tommy Atkins (9,05%), seguida pela frutose (2,40%) e pela glicose (0,04%), totalizando 11,49% de açúcares solúveis (BERNARDES-SILVA, LAJOLO e CORDENUNSI, 2003). Quanto aos ácidos orgânicos, o cítrico e o málico são os que estão em maiores quantidades na manga, com a acidez total da fruta variando de acordo com o estágio de maturação (BLEINROTH, 1981).

A Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO (NEPA, 2006), mostra que a manga ‘Tommy Atkins’ contém poucas calorias e é rica em fibras (Tabela 3.1).

Tabela 3.1- Composição química média da manga ‘Tommy Atkins’ in natura.

COMPONENTE	QUANTIDADE (g/100g)
Umidade	85,8*
Proteína	0,9
Lipídios	0,2
Carboidratos	12,8
Fibra alimentar	2,1
Sais minerais	0,3

Fonte: NEPA, 2006

Valores obtidos por LUCENA (2006), para esta variedade madura, demonstram que a fruta possui bons teores de vitamina C, em média 12 mg/100g. A fruta também possui teor de sólidos solúveis em torno de 12 ° Brix (RIBEIRO, 2004).

Apesar do elevado valor nutricional e importância que a manga obteve no mercado nacional e internacional, essa cultura não atingiu ainda os níveis de exportação desejados, (LOPES et al., 2003), devido principalmente, à falta de tecnologias adequadas, no cultivo, manuseio, no armazenamento, processamento e elaboração de produtos alternativos e à comercialização.

3.2- MERCADO DE SUCOS E POLPA CONCENTRADA E SUA IMPORTÂNCIA

Diante da importância econômica que a manga alcançou nos últimos 10 anos nos mercados interno e externo, sua cultura passou a ser vista como uma alternativa com boas perspectivas para o Brasil, onde os cultivos empresariais vem sendo implantados, procurando-se empregar tecnologias mais adequadas de produção, com vistas inclusive à exportação e à agroindústria (CUNHA et al, 1994). Por sua vez, a ocorrência de excedentes da produção e de descartes inadequados à comercialização da fruta ao natural preocupa os produtores, os quais vêm na industrialização uma forma de resolver, pelo menos em parte, o problema (TRAVAGLINI, 1994). Dos produtos

derivados do processamento de manga, os que mais se comercializam são: suco, bebidas preparadas, fatias em salmoura, polpa e compota. Além desses, geléias, néctares e desidratados também possuem importância.

O mercado de sucos em pó e concentrado no Brasil cresceu 1,4% e atingiu 248,9 milhões de litros de janeiro a setembro de 2006, já em 2009 o consumo de sucos concentrados foi cerca de 1.640,3 milhões de litros. Sucos e polpas concentradas podem ser usados para diversas formulações, como sorvetes, balas, molhos, néctares, etc. A comercialização de suco de frutas tem um grande potencial de crescimento no segmento de bebidas no País, pois existe um potencial aberto de mercado e a participação dos sucos ainda é pequena para preencher esse potencial. A praticidade do produto e a tendência do consumidor em escolher alimentos mais saudáveis são os principais motivos que alavancam esse segmento (ABIR, 2007/2010). O mesmo tem apresentado grande dinamismo nos últimos anos motivado pela demanda dos consumidores por produtos que atendam suas necessidades de praticidade, qualidade sensorial e nutricional, este último decorrente da valorização dos aspectos relacionados à saúde. Devido a isto, a indústria de sucos de frutas tem apresentado um aumento na produção de sucos de frutas límpidos e de produtos provenientes de suco de fruta natural. Isto ocorreu paralelamente ao desenvolvimento dos processos de produção de sucos clarificados (BLANK, 1986).

3.3 - CONCENTRAÇÃO DE POLPA DE FRUTA

Pelo fato dos vegetais apresentarem elevados teores de água livre, estes geralmente são muito susceptíveis ao ataque de microrganismos e reações bioquímicas indesejáveis, resultando na sua deterioração, diminuindo assim sua vida de prateleira. A eliminação de umidade, além de aumentar a vida de prateleira do produto por torná-lo mais estável, também ocasiona uma redução de peso dos mesmos, fato que normalmente é acompanhado pela redução no volume. Isto implica menores custos de transporte, embalagem e armazenamento além de acrescentar maior conveniência ao consumidor (BARUFFALDI, 1998).

A concentração por evaporação é o processo mais utilizado, entretanto, à medida que os alimentos tornam-se mais viscosos por causa da evaporação da água ocorre diminuição da taxa de transferência de calor, necessitando de mais tempo de

processo, conseqüentemente, de mais energia para concentração, além disso, alimentos mais viscosos em contato com superfícies quentes por períodos mais longos tendem a sofrer maiores danos pelo aquecimento (FELLOWS, 2006), devido à formação de depósitos nas superfícies de aquecimento, perdas de aromas, degradação de componentes sensíveis ao calor e escurecimento do produto (MANNHEIM & PASSY, 1974).

Devido à alteração das propriedades sensoriais e nutritivas da polpa ocasionada pela concentração por evaporação, existe a necessidade de busca de novos métodos de concentração que diminuam as perdas sensoriais e nutritivas da fruta e que sejam viáveis economicamente.

Com base nestes fatores tem sido incrementada a busca por processos de concentração, que preservem a qualidade da polpa concentrada de fruta. Algumas operações para separação como microfiltração, ultrafiltração e osmose inversa podem ser utilizados, além da centrifugação, objeto de estudo deste trabalho.

A centrifugação de fluidos é um método de separação utilizado há algum tempo. É uma operação unitária muito comum usada para remoção de sólidos insolúveis em suco para diminuição de sua turbidez e redução da viscosidade de polpas (ADORNO, 1997; PELEGRINE, 2002; SIMÕES, 1997), porém pouco se observa sua aplicação em combinação com métodos de concentração pelo calor.

O processo de centrifugação é empregado em muitas indústrias de alimentos: cervejarias, processamento de óleos vegetais, processo de concentração de proteínas de peixes, processamento de sucos de frutas para remoção de material celular e na separação do creme do leite (FRANCIS, F. J., 1999; GEANKOPLIS, C. J., 2003).

A centrifugação é um processo de separação em que a força centrífuga relativa gerada pela rotação da amostra é usada para sedimentar sólidos em líquidos, ou líquidos imiscíveis de diferentes densidades, separando-os. É uma operação usada como auxiliar no processamento e não visa à preservação do alimento. Mudanças na qualidade sensorial e nutricional surgem por meio da separação intencional ou da concentração de componentes do alimento, mas geralmente as condições de processamento não envolvem calor e causam poucas alterações (FELLOWS, 2006).

As centrífugas usam aceleração rotacional para separar fases mais pesadas de fases mais leves, similar a base da separação gravitacional. A força de separação é medida em unidade determinada G, que é uma unidade de aceleração ($1g = 980\text{cm/s}^2$). Em um processo padrão, um aumento da força G resulta em um aumento da capacidade de separação da centrífuga. A capacidade é medida pelo volume de operação, grau de concentração dos sólidos, transparência do líquido e separação da interface entre as fases. O tempo de processo também é um fator que influencia na capacidade centrífuga (FRANCIS, F. J., 1999).

A separação por centrifugação faz uso do simples princípio que um objeto girando sobre um eixo ou ponto central com distância radial constante, sofre ação da força centrífuga (GEANKOPLIS, C. J., 2003), usualmente mede-se a velocidade de centrifugação em rotações por minuto (rpm), apesar de tratar-se de uma informação indireta da eficiência da centrifugação.

Essa força centrífuga é gerada quando os materiais entram em rotação e depende do raio, da velocidade da rotação e da densidade do material clarificado. A espessura das camadas do produto clarificado formada no recipiente é determinada pela densidade dos líquidos, pela diferença de pressão através das camadas e pela velocidade de rotação (FELLOWS, 2006).

Centrífugas são amplamente utilizadas no processamento de alimentos para separar líquidos de sólidos, líquidos de líquidos e mesmo para separar dois líquidos imiscíveis de um sólido complementar. A centrifugação também pode ser utilizada para classificação de sólidos por tamanho ou densidade. Nos últimos anos, têm ocorrido avanços na capacidade e velocidade de centrifugação (FRANCIS, F. J., 1999).

3.3.1- SEPARAÇÃO DA POLPA E DO SUCO DA MANGA E POSTERIOR RECOMBINAÇÃO

A polpa de manga integral apresenta um comportamento pseudoplástico (AHMED et al., 2005; PELEGRINE et al. 2002) e possui elevada viscosidade, devido a este fato torna-se difícil a sua concentração, podendo no momento desta, ocorrer perdas consideráveis de carotenóides e vitaminas bem como alteração de algumas características sensoriais. Uma alternativa para diminuir essas perdas na evaporação é antes desta centrifugar a polpa, objetivando a separação da parte viscosa (polpa precipitada) da parte mais fluida (suco clarificado), este por possuir menores valores de sólidos suspensos, pigmentos e menor viscosidade pode ser concentrado mais facilmente.

Em estudos com polpa concentrada reconstituída de tomate, CASTRO PUERTA (1992) obteve valores para o suco clarificado de 67,8° Brix, sendo que após a recombinação do suco com a polpa houve uma melhor retenção das vitaminas A e C, consistência e viscosidade quando comparado ao concentrado de tomate industrial convencional.

MORETTI et al (1980) estudaram a aplicabilidade do método de separação centrífuga seguido da recombinação do suco concentrado e da polpa, na obtenção de concentrado reconstituído de mamão. Estes autores concluíram que, utilizando evaporadores simples, o suco pode atingir concentrações elevadas e que, ao separar a polpa na sua concentração original e preservá-la até o momento da reconstituição, conferirá ao produto concentrado aroma e sabor de suco de mamão fresco.

3.4- SUBSTÂNCIAS PÉCTICAS

Os vegetais possuem um conjunto de componentes denominados substâncias pécticas, são encontradas nas paredes celulares e nas lamelas médias (espaço intercelular) e atuam como uma espécie de cola unindo as paredes celulares, portanto têm como principal função biológica fornecer o caráter estrutural dos vegetais (NOVO NORDISK, 1995; NAIDU & PANDA, 1999).

Quimicamente as pectinas são compostas por uma cadeia linear de ácido galacturônico ligado por associação α (1,4) em uma cadeia polissacarídea (Figura 3.2). Muitas das unidades do ácido galacturônico são esterificadas com metanol e o grupo éster pode ser facilmente removido pela ação de enzimas (MAY, 1997).

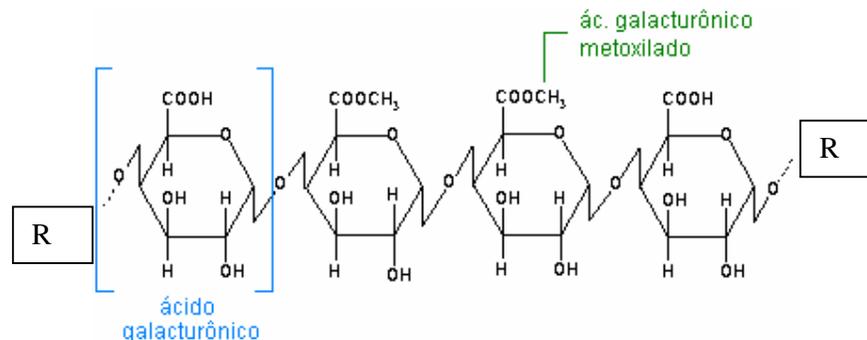


Figura 3.2- Estrutura molecular da pectina

Comercialmente há pectinas de alto teor de esterificação as quais contém acima de 50% de seus grupos carboxílicos esterificados e as de baixo teor de esterificação, com 50% ou menos dos grupos carboxílicos esterificados. O grau de esterificação é a porcentagem de unidades de ácidos galacturônicos que são metil esterificados (ROLIN; de VRIES, 1990) e varia de acordo com a idade e localização dentro do tecido da planta, método de extração e conteúdo de açúcares neutros (MORRIS, 1986).

Devido à presença de substâncias pécicas, a viscosidade aumenta levando a dificuldades na clarificação e concentração de sucos (NAGY et al, 1993).

O conteúdo de pectina tem influência importante nas características da parede celular. As paredes saturadas de pectina são aderentes e capazes de reter apreciáveis quantidades de água, enquanto que paredes livres de pectina são quebradiças, friáveis e menos hidrofóbicas. Sob condições similares, paredes de pectina produzem sucos mais espessos (WHITTEMBERGER & NUTTING, 1957).

3.4.1- ENZIMAS PECTINOLÍTICAS NO PROCESSAMENTO DE FRUTAS

Nas últimas décadas, a utilização de enzimas na indústria de alimentos vem aumentando rapidamente, mas ainda existe um grande campo para sua expansão. A aplicação de enzimas na polpa, no processamento de bagas, uvas, maçãs e peras é uma prática muito comum em vários países (NOVO NORDISK, 1995).

Durante o processamento de sucos, a pectina resulta em aumento da viscosidade, dificuldade em filtrar e clarificar e baixo rendimento (MAHLER, 1997). Esses problemas podem ser resolvidos com o uso de enzima para hidrólise da pectina.

Enzimas são catalizadores biológicos, que aceleram processos bioquímicos sem serem consumidos, sendo utilizadas como coadjuvantes de processo (MAHLER, 1997).

Dentre as enzimas pectinolíticas estão a pectinesterase, que tem ação de desmetoxilação, e as que apresentam ação de despolimerização: polimetilgalacturonase, pectina liase, poligalacturonase e pectato liase (KILARA, 1982; BOBBIO E BOBBIO, 1992).

Em sucos e bebidas de frutas, as características consistência, turbidez e aparência se devem, principalmente, às substâncias pécticas as quais dificultam o processo de concentração. A adição de enzimas pectinolíticas promove a degradação dessas substâncias e conseqüentemente, reduz a viscosidade, aumenta o rendimento nas etapas de processamento e melhora a aparência do produto final (UENOJO & PASTORE, 2007).

Nos processamentos de frutas, as enzimas são utilizadas na extração da polpa, na redução de viscosidade, na clarificação e na filtração. Com o tratamento enzimático, JANSER (1997) cita aumento de 30 - 35% para 45 - 50% no rendimento durante a extração de purê de goiaba, a redução da viscosidade de polpa de manga de 12500 cP para 1000 cP e a obtenção de suco clarificado de maracujá sem utilização de coadjuvantes como gelatina, betonita ou sílica sol.

OLLÉ et al. (2000) estudaram o efeito de enzimas pectinolíticas em purê de manga madura, numa temperatura de 50°C, por tempos de 0 a 120 minutos, os autores observaram que ocorreu uma redução viscosidade do purê devido a degradação das substâncias pécticas. Estudos realizados por KASHYAP et al. (2001) utilizando enzimas pectinolíticas em polpa de manga evidenciaram um aumento de rendimento ao redor de 80% de suco total de manga presente na fruta, além da obtenção de um produto mais límpido.

FLORIBETH et al (1981) avaliaram a aplicação de pectinases em suco de banana, objetivando o aumento de seu rendimento, utilizaram 0,01% do complexo

enzimático a 45°C e centrifugação por 20 minutos; os autores concluíram que o rendimento do suco clarificado alcançou 60% (baseado no peso da polpa). O rendimento do suco de polpa não tratada chega somente a 5% nas mesmas condições.

SANTIN (2004) em experimentos com polpa de pêssego constatou a redução de polpa (48%) e de viscosidade (68%) quando foi utilizado enzima pectinolítica.

ONOFRE (1995) estudou a utilização de enzimas pectinolíticas na redução da viscosidade em suco de laranja concentrado, a quantidade de enzima adicionada no processo foi em torno de 0,15% e os tempos de tratamento de 10, 30 e 35 minutos.

3.5- REOLOGIA DE SUCOS E POLPA DE FRUTAS

Reologia é a ciência que estuda a deformação e o escoamento da matéria, sob a influência de forças externas (SCHRAMM, 1994).

O conhecimento do comportamento reológico de sucos concentrados ou não, é útil não só para o controle de qualidade do produto, mas principalmente no projeto de tubulações e bombas, sistemas de agitação e mistura, esterilização, estocagem, concentração, resfriamento, etc. (ADORNO, 1997).

Um fluido define-se como uma substância que se deforma continuamente quando se submete a um esforço constante, sem importar quão pequeno seja este esforço. De todas as propriedades dos fluidos, a viscosidade requer uma maior atenção no estudo do fluxo de um fluido. A viscosidade é a medida da força de atrito interna de um fluido, o qual oferece resistência ao movimento de uma camada de fluido sobre uma outra adjacente (HAMINIUK, 2006).

Os fluidos podem ser classificados em Newtonianos e não Newtonianos. Nos fluidos Newtonianos as propriedades reológicas são independentes da taxa de deformação e do histórico anterior de cisalhamento, dependendo somente da temperatura e da composição. Exemplos de fluidos Newtonianos são: leite líquido, sucos de frutas clarificados, solução de sacarose, água, substâncias de baixo peso molecular e gases (HOLDSWORTH, 1971; RAO, 1986). Os fluidos newtonianos apresentam viscosidade constante, ou seja, são caracterizados por uma relação linear entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação, como mostrado na Equação 3.1 (HOLDSWORTH, 1993).

$$\tau = \eta\gamma \quad (\text{Eq. 3.1})$$

onde:

τ = tensão de cisalhamento (N/m² ou Pa)

η = viscosidade absoluta ou dinâmica (Pa.s)

γ = taxa de deformação (s⁻¹)

Para fluidos não-newtonianos, a viscosidade a determinada taxa de deformação é denominada “viscosidade aparente” (η_α), definida como a razão entre a tensão de cisalhamento (τ) e a taxa de deformação (γ) (Equação 3.2).

$$\eta_\alpha = \tau / \gamma \quad (\text{Eq. 3.2})$$

Nos fluidos não-newtonianos, a tensão de cisalhamento não é diretamente proporcional à taxa de deformação, ou seja, a viscosidade aparente depende da tensão de cisalhamento ou do tempo de aplicação do esforço cortante (FOUST et al., 1982). Os fluidos não-newtonianos são classificados como independentes e dependentes do tempo (RAO 1977), na Tabela 3.2 é possível visualizar essa informação.

Tabela 3.2 – Classificação dos fluidos não-newtonianos

Fluidos não-newtonianos	Conceito	Exemplos
Independentes do tempo		
Pseudopásticos	A viscosidade aparente diminui com o aumento da tensão de cisalhamento.	Sucos e polpas de frutas e vegetais
Dilatantes	A viscosidade aparente aumenta com o aumento da tensão de cisalhamento.	Suspensões de amido e mel.
Plástico de Bingham	Uma tensão de cisalhamento mínima deve ser excedida antes de o escoamento principiar; a viscosidade aparente diminui com a tensão de cisalhamento.	Margarina e óleos vegetais.
Herschel-Bulkey	Apresentam uma tensão inicial como o plástico de Bingham mas, a partir desse ponto seu comportamento reológico é semelhante aos dos fluidos pseudoplásticos	suco de laranja concentrado não clarificado
Dependentes do tempo		
Tixotrópicos	Apresentam uma diminuição da viscosidade aparente com o tempo, sob a ação de um esforço constante	Maionese, iogurte, molho de tomate
Reopéticos	Apresentam um aumento da viscosidade aparente com o tempo, depois de se ter iniciado a aplicação do esforço constante	Soluções de amido altamente concentradas
Viscoelástico	Apresentam, ao mesmo tempo, propriedades viscosas e elásticas	Clara de ovo

(RAO, 1977).

A maioria dos fluidos alimentares se apresentam na bibliografia como independentes do tempo, ou seja, suas propriedades reológicas não são em função do tempo. A viscosidade aparente de fluidos não-Newtonianos independentes do tempo, à temperatura e composição constantes, depende somente da magnitude da taxa de deformação ou da tensão de cisalhamento. Os fluidos onde a viscosidade aparente diminui com o aumento da taxa de deformação, são chamados pseudoplásticos. Muitos fluidos alimentares apresentam esse tipo de comportamento, entre eles, os sucos concentrados e purês de frutas. (ADORNO, 1997).

Os modelos reológicos que geralmente descrevem o comportamento reológico de sucos e polpas de frutas são: Modelo de Ostwald-de-Waele (ou Lei da Potência) e o Modelo de Herschel-Bulkley (ou Lei da Potência Generalizada), sendo que este se diferencia do primeiro apenas pela inclusão do parâmetro de tensão inicial de cisalhamento (t_0) (HOLDSWORTH, 1993).

Alguns fluidos não-Newtonianos não podem ser representados pelo Modelo da Lei da Potência, pois devido a sua estrutura interna, que impede a deformação, necessita de uma tensão inicial para começar o escoamento. Abaixo dessa tensão o material exibe características de um sólido e permanece em repouso e só começa a escoar acima do valor da tensão inicial. O Modelo usado para descrever o comportamento desse tipo de fluido é o Modelo de Herschel-Bulkley (H-B).

O modelo da Lei da potência Generalizada (Herschel-Bulkley) é descrito na Equação 3.3.

$$\tau = \tau_0 + K \dot{\gamma}^n \quad (\text{Eq. 3.3})$$

Onde,

τ = tensão de cisalhamento (N/m² ou Pa)

τ_0 = tensão inicial de cisalhamento (N/m² ou Pa)

$\dot{\gamma}$ = taxa de deformação (s⁻¹)

K = índice de consistência (Pa.sⁿ)

n = índice de comportamento do fluido (adimensional).

RAO et al (1974) apresentaram exemplos deste comportamento: purês de banana, goiaba, manga e mamão são fluidos não-Newtonianos, pseudoplásticos e obedecem a lei da potência.

SARAVACOS (1968) trabalhou com purês de damasco, de pêssegos, peras e maçãs e concluiu que todos apresentaram comportamento pseudoplástico.

Os fluidos pseudoplásticos são representados por produtos como polpas e sucos concentrados de frutas, caldos de fermentação e melação de cana (HOLDSWORTH, 1971) e soluções de pectina (SARAVACOS & MOYER, 1967).

Os sucos, purês e concentrados de frutas (incluindo os de tomate) formam um grupo de produtos de características similares. Estão constituídos por uma fase dispersante, o soro, na qual se encontram açúcares, ácidos, pectinas solúveis e proteínas. A outra fase é a dispersa, composta por partículas de diferente forma e volume, procedentes dos tecidos das frutas (JIMENES & DURAN, 1979). A Tabela 3.3 demonstra alguns produtos e seus comportamentos reológicos.

Tabela 3.3- Comportamento reológico de alguns produtos obtidos de frutas.

Produto	Temperatura (°C)	Comportamento do fluido	n	K (dinas.sn.cm-2)	Viscosímetro	Referência Bibliográfica
Concentrado de laranja a 60-65° Brix.	–	Pseudoplástico	–	–	Cilindros concêntricos Contraves Rheomat 15	MIZRAHI & BERK (1979)
Soro (suco sem polpa) de laranja a 60°Brix .	–	Fluido Newtoniano	–	–	Cilindros concêntricos Contraves Rheomat 16	MIZRAHI & BERK (1979)
Suco de mamão à concentração de 7,3°Brix.	26°C	Pseudoplástico	0,53	10,1	Viscosímetro capilar.	RAO & PALOMINO (1974)
Mamão a concentração de 12,6°Brix.	40°C	Pseudoplástico	0,23	53,3	Viscosímetro Brookfield LVF	GARCIA et al. (1974)

Para fluidos pseudoplásticos, o índice de comportamento do fluido (n) é menor que a unidade e, quanto menor este valor, mais intenso é o comportamento pseudoplástico. O valor do índice de consistência (K) eleva-se com o aumento do teor de sólidos e também varia com a temperatura (HOLDSWORTH, 1971).

GUNJAL & WAGHMARE (1987), utilizando um viscosímetro Brookfield RVT, estudaram o comportamento reológico do suco de manga à concentração de 20°Brix e faixa de temperatura de 40 a 80°C. Encontraram para o suco comportamento pseudoplástico, com o índice de consistência (K) decrescendo com o aumento a temperatura.

BHATTACHARYA & RASTOGI (1999) estudaram o comportamento reológico de polpas de manga tratadas com pectinase em temperaturas e tempo de contato da enzima com o meio diferentes, os autores constataram que tanto a matéria prima como as polpas tratadas enzimaticamente comportaram-se como fluido pseudoplástico, sendo que o modelo de Herschel-Bulkley foi o que melhor se adequou (R^2 0,998 e p 0,01) aos dados.

Outros estudos realizados - ADORNO (1997); GEHRKE (1996); RASTOGI (1998); PELEGRINE (2002) - também constataram o comportamento pseudoplástico da polpa de manga.

3.6- CAROTENÓIDES

Os carotenóides são compostos notáveis por possuírem ampla distribuição na natureza, estruturas químicas diversas e funções variadas. Embora sejam micronutrientes, presentes em níveis muito baixos (microgramas por grama), os carotenóides estão entre os constituintes alimentícios mais importantes (RODRIGUEZ-AMAYA, 2008). Podem se apresentar na forma livre nos tecidos vegetais ou dissolvida em lipídios. Também se apresentam como ésteres ou em combinação com açúcares e proteínas (FENNEMA, 2010). Formam um dos grupos de pigmentos mais difundidos na natureza, sendo responsáveis pela coloração amarela, laranja e vermelha de grande número de frutas, folhas e algumas flores (BOBBIO & BOBBIO, 2001).

A importância dos carotenóides não é somente atribuída à cor que eles conferem a alguns vegetais, mas também aos benefícios à saúde, tanto pela atividade pró-vitáminica A que alguns destes compostos apresentam, ações antioxidante e imunomoduladora. Tais benefícios levam à diminuição do risco de doenças degenerativas como o câncer, degeneração macular e doenças cardiovasculares, sendo, portanto, bastante investigados (SGARBIERI; PACHECO, 1999; RODRIGUEZ-AMAYA, 2002a; SANJINEZ ARGANDOÑA, 2005). Estudos mostram a relação entre o aumento no consumo de alimentos ricos em carotenóides e a diminuição no risco de várias doenças (OLSON, 1999; SGARBIERI; PACHECO, 1999; GARDNER et al., 2000).

A propriedade antioxidante dos carotenóides está relacionada a capacidade do carotenóide seqüestrar oxigênio singlete em função do sistema de duplas ligações conjugadas (RODRIGUEZ-AMAYA, 2008).

O sistema de duplas ligações conjugadas serve como cromóforo, ou seja, confere a habilidade de absorver luz na região do visível. São necessárias, aproximadamente, sete ligações duplas conjugadas para que o carotenóide apresente coloração. O sistema de duplas ligações conjugadas também confere a estes pigmentos de alta reatividade química, podendo ser facilmente isomerizados e oxidados (MALDONADO, 2003).

Nota-se que a cadeia poliênica, responsável pelas propriedades especiais e desejáveis dos carotenóides, é também causa de sua instabilidade, isto é, susceptibilidade à isomerização e oxidação. Os carotenóides são geralmente estáveis nos seus ambientes naturais, mas quando os alimentos são aquecidos ou extraídos de soluções em óleos ou solventes orgânicos, eles se tornam mais lábeis (COULTATE, 2004). As condições que conduzem a isso ocorrem durante o preparo doméstico, processamento industrial e estocagem de alimentos. Calor, luz e ácidos promovem a isomerização de carotenóides *trans* para a forma *cis*, com ligeira perda de cor e atividade biológica. A oxidação, principal causa da degradação, depende da disponibilidade de oxigênio, do tipo de carotenóide presente, do seu estado físico e da matriz alimentar, sendo estimulada pela presença de luz, calor, metais, enzimas e peróxidos (RODRIGUEZ-AMAYA, 2002b).

A composição dos carotenóides de um alimento pode variar devido aos seguintes fatores: cultivar ou variedade do vegetal, parte da planta analisada, estágio de maturação, condições pós-colheita, localização geográfica do cultivo (efeito climático) e modo de preparo para o consumo (RODRIGUEZ-AMAYA, 1997).

Dentre os carotenóides mais encontrados na natureza estão: α -caroteno, γ -caroteno, criptoxantina e β -caroteno, sendo este último e seus isômeros os de maiores importância, tendo em vista a sua atividade de vitamina A, em relação aos demais (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999).

Pela grande variedade de alimentos carotenogênicos encontrados no Brasil, considera-se importante o seu aproveitamento para beneficiar a saúde da população e impulsionar a comercialização destes produtos no mercado interno e externo (RODRIGUEZ-AMAYA, 2002a).

3.7- MEDIÇÃO DE COR POR INSTRUMENTO

Na indústria de alimentos, a cor é um importante parâmetro de qualidade, uma vez que pode ser utilizada como índice de transformações naturais dos alimentos frescos e exercer forte influência na aceitação do produto pelo consumidor (KUROZAWA, 2005).

A cor dos alimentos deve-se à presença de pigmentos naturais. Estes são instáveis, participam de diversas reações e, em função disto, a alteração de cor é um indicador de reações químicas e bioquímicas possíveis de ocorrer no produto durante o processamento e estocagem (RIBEIRO e SERAVALLI, 2004). É um importante atributo de qualidade, pois é considerada na decisão de compra e ingestão do alimento.

Pode-se definir cor como a sensação experimentada por indivíduo quando a energia da luz correspondente ao espectro visível atinge a retina do olho. A região do espectro eletromagnético sensível ao olho humano está na faixa de comprimento de onda (λ) entre 390nm a 750nm (FRANCIS; CLYDESDALE, 1975).

As cores referentes à faixa visível do espectro podem ser descritas subjetivamente, como por exemplo “vermelho”, e objetivamente, segundo o seu comprimento de onda. As cores vermelho, amarelo, verde e violeta, apresentam comprimentos de onda situados ao redor de 680nm, 575nm, 520nm e 450nm, respectivamente (FERREIRA, 1991).

Com o objetivo de normalizar a medição da cor, em 1931 a CIE (Commission Internationale de l’Eclairage) adotou os seguintes métodos para medição e especificação de cor: uso de fontes de luz-padrão definidas pela CIE, condições exatas para observação ou medição da cor, uso de unidades matemáticas apropriadas para expressar a cor e definição do observador-padrão (JIMÉNEZ; GUTIÉRREZ, 2001).

A medida da cor pode ser realizada através de espectrofotômetro, colorímetros triestímulos e colorímetros visuais. O espectrofotômetro é um instrumento que fornece a análise espectral das propriedades de reflectância e/ou transmitância de um objeto a cada comprimento de onda, e pode calcular indiretamente as informações psicofísicas (colorimetria). O colorímetro triestímulo é um instrumento que proporciona medições correlatas à percepção do olho humano através dos valores triestímulos (LCH; Lab, etc).

Os colorímetros visuais são de dois tipos: aditivos e subtrativos. Os colorímetros visuais aditivos baseiam-se na adição das três cores primárias (vermelho, verde e azul)

para formar quaisquer cores; enquanto, os colorímetros visuais subtrativos envolvem a remoção de partes do espectro visível através de filtros com as cores primárias (HUNTER; HAROLD, 1981).

Em 1976, a CIE recomendou o uso da escala de cor CIE L*a*b*, ou CIELAB (Figura 3.3). O máximo valor de L* (luminosidade) é 100, enquanto o valor mínimo é zero e constitui o preto. Os eixos a* e b* não apresentam limites numéricos específicos. A coordenada a* varia do vermelho (+a*) ao verde (-a*), e a coordenada b* do amarelo (+b*) ao azul (-b*). Os valores delta (ΔL^* , Δa^* e Δb^*) indicam quanto à amostra diferiu do padrão para L*, a* e b*, e são frequentemente utilizados no controle de qualidade e ajustes de formulação, além de serem utilizados para o cálculo da diferença total de cor (ΔE) (Equação 3.4) (HUNTERLAB, 1996).

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad (\text{Eq. 3.4})$$

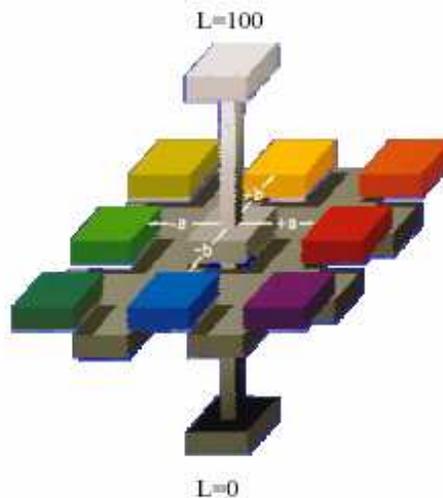


Figura 3.3. Espaço de cor CIELAB (HUNTERLAB, 1996).

A escala de cor CIE L*C*H* é uma escala uniforme, os valores são calculados através da escala dos valores CIE L* a* b*. Cromo (também chamado de saturação ou pureza) se refere à reflexão de um comprimento de onda e indica o quanto determinada cor se difere do cinza, os valores de C* estão situados de 0 a 60, conforme a cor seja mais pura ou mais intensa. Hue (H*) é o aspecto da cor que descrevemos como verde, azul, amarelo ou vermelho. Essa percepção de cor resulta das diferenças em absorção ou energia radiante a vários comprimentos de onda, o ângulo de cor pode apresentar-se

desde 0 a 360° (Figura 3.4), sendo que, nos frutos, em geral, relaciona-se à variação de cor do verde (verde intenso= 180° para o amarelo intenso= 90°)(POMERANZ; MELOAN, 2000).

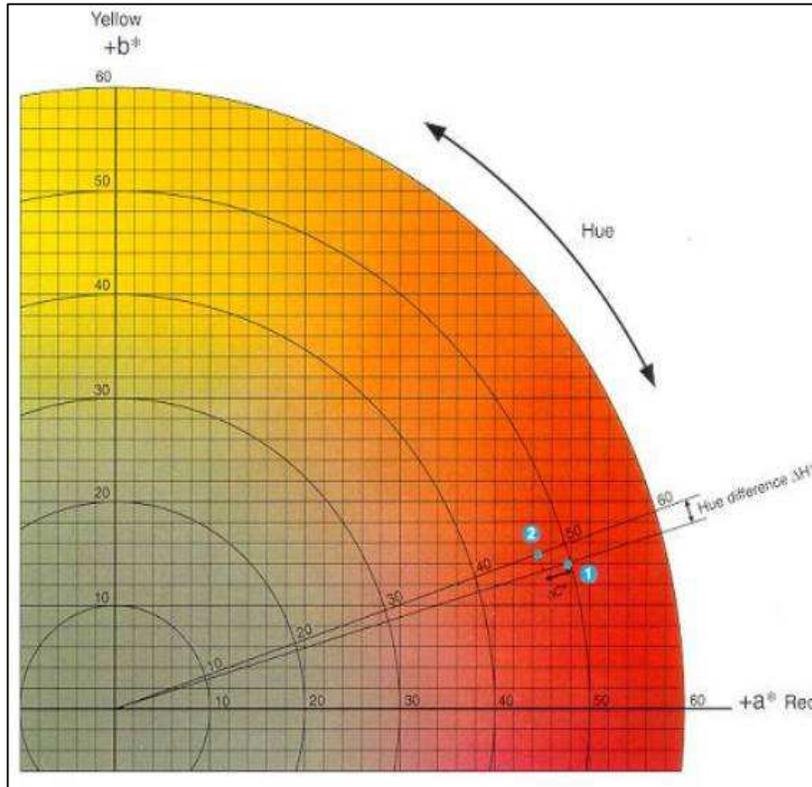


Figura 3.4- Esquema para ângulo de cor (°HUE) (WOOLF *et al.*, 1997).

3.8- ANÁLISE SENSORIAL DE ALIMENTOS

A análise sensorial é um campo muito importante na indústria de alimentos, pois contribui direta ou indiretamente para inúmeras atividades, como desenvolvimento de diversos produtos, controle de qualidade, reformulação e redução de custos de produtos, relações entre condições de processo, ingredientes, aspectos analíticos e sensoriais. No teste sensorial, é muito importante a padronização das amostras. Muitas vezes o atributo que se pretende avaliar é influenciado por outros fatores, como a quantidade de amostra e a cor do produto (PAL *et al.*, 1985).

Os testes sensoriais utilizam os órgãos dos sentidos humanos como “instrumentos” de medida e devem ser incluídos como garantia de qualidade de alimentos por ser uma medida multidimensional integrada e possuir vantagens

importantes como, por exemplo, determinar a aceitação de um produto por parte dos consumidores (CARDELLO e CARDELLO, 1998).

Diferentes testes sensoriais podem ser utilizados na avaliação dos produtos alimentícios, dentre eles, os testes de aceitação em que os consumidores classificam, através de uma escala o quanto gostam ou desgostam do produto avaliado. Nos testes de aceitação, a comparação entre diferentes produtos não é solicitada aos provadores. No entanto, ao se determinar a aceitação sensorial dos consumidores, utilizando a escala de notas, em um teste onde vários produtos são avaliados, a preferência do consumidor pode ser determinada indiretamente, através das notas atribuídas aos diferentes produtos (LAWLESS & HEYMANN, 1998); STONE e SIDEL, 1993).

Para testes de aceitação normalmente são utilizadas escalas hedônicas, cujo princípio consiste da avaliação de quanto o provador gosta ou desgosta de amostras do produto que está sendo analisado, as quais são oferecidas de maneira codificada (DUTCOSKY, 1996).

Os testes de aceitação devem ser realizados por uma equipe de, no mínimo, 24 provadores (testes de laboratório), que seja representativa do público-alvo, porém STONE e SIDEL (1993) relatam que quando o número de provadores aumenta para 50, o poder de discriminação da equipe e a validade dos resultados obtidos aumentam consideravelmente.

A escala hedônica de nove pontos é a mais utilizada nos testes de aceitação, devido à sua simplicidade, confiabilidade e validade de seus resultados. Os dados obtidos no teste de aceitação devem ser submetidos à análise de variância (ANOVA) e testes de Tukey, para a obtenção de informações sobre as diferenças entre os produtos analisados. As diferenças estatisticamente significativas entre as médias dos produtos são normalmente avaliadas a um nível de confiança de 95% (STONE e SIDEL, 1993).

3.9- PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

A falta de um planejamento experimental muitas vezes é a causa do insucesso de uma investigação, sendo poucos os pesquisadores que pensam em estatística antes de realizar seus experimentos. Através de planejamentos experimentais baseados em princípios estatísticos pode-se extrair do sistema em estudo o máximo de informação

útil, fazendo o mínimo de experimentos com melhor qualidade de informação nos resultados (AZOUBEL, 2003).

A análise multivariável permite verificar e quantificar efeitos sinérgicos e antagônicos entre as variáveis estudadas e é possível otimizar mais de uma resposta ao mesmo tempo (BARROS NETO; SCARMINIO; BRUNS, 2002; RODRIGUES, 2004).

No planejamento de qualquer experimento, a primeira etapa é decidir quais os fatores e as respostas de interesse. Os fatores ou variáveis independentes, em geral, são as variáveis que o experimentador tem condições de controlar, e podem ser qualitativas ou quantitativas. As respostas são as variáveis de saída do sistema, nas quais se tem interesse e que serão – ou não – afetadas por modificações provocadas nos fatores. Também podem ser qualitativas ou quantitativas. Dependendo do problema pode-se ter várias respostas de interesse, que talvez precisem ser consideradas simultaneamente (BARROS NETO; SCARMINIO; BRUNS, 2002).

O método do planejamento experimental é baseado na seleção de níveis (nível superior + e nível inferior -) para cada variável independente e na execução de experimentos para todas as possíveis combinações. Se “n” fatores (variáveis controladas pelo experimentador) estão envolvidos no estudo de um sistema, o planejamento necessita de 2^n ensaios diferentes, que é o número mínimo para obtenção de um planejamento fatorial completo. Outros ensaios podem ser adicionados ao experimento na forma de repetições, objetivando-se calcular o erro experimental. Com os resultados obtidos, pode-se calcular os efeitos principais e de interação das variáveis independentes sobre as respostas (variáveis dependentes), determinando quais os efeitos mais significativos para o processo em estudo e comparando-os com o valor do efeito e o erro experimental estimado (ANTÔNIO, 2006).

Os planejamentos fatoriais completos avaliam quantitativamente a influência das variáveis sobre a resposta de interesse, bem com suas possíveis interações. Quando o objetivo principal do pesquisador é otimizar o seu sistema, isto é, maximizar ou minimizar algum tipo de resposta, utiliza-se à metodologia da superfície de resposta.

A metodologia de superfícies de resposta é uma técnica de otimização baseada em planejamentos fatoriais, e que tem sido usada com grande sucesso na modelagem de diversos processos industriais (RODRIGUES, 2004). É uma técnica de análise de processos baseada no emprego de planejamentos fatoriais, cujo principal atrativo é a

redução do número de ensaios necessários para se avaliar a influência de determinadas variáveis na resposta em estudo, além de fornecer resultados melhores do que os obtidos pela análise de uma variável tradicional, que além de necessitar uma maior quantidade de experimentos, não fornece as interações que podem existir entre as variáveis (BOX et al., 1978).

Na análise de variância de um modelo, uma parte da variação total das observações em torno da média é descrita pela equação de regressão, enquanto que o restante faz parte dos resíduos; assim, quanto maior for a fração descrita pela regressão, ou melhor, quanto mais próximo de 1 for o valor de R^2 , melhor será o ajuste do modelo aos dados observados (BARROS NETO et al., 1996). Diante disso, deve-se utilizar o modelo ajustado com ressalva, para se observar a tendência da resposta, apenas para os níveis estabelecidos neste planejamento.

4- MATERIAIS E MÉTODOS

4.1- MATÉRIA – PRIMA

Para o presente trabalho foram utilizadas mangas (*Mangífera indica*) cultivar ‘Tommy Atkins’ maduras, colhidas na cidade de Petrolina – PE localizada na região do Vale do São Francisco, no mês de Setembro de 2010.

Ao chegarem a Planta Piloto do Setor de Frutas, Hortaliças e Produtos Açucarados do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos / UNICAMP, as frutas foram lavadas com água e detergente, enxaguadas com água potável e depois sanitizadas em água clorada (50 ppm) por 15 minutos e enxaguadas. Posteriormente foram cortadas com facas de aço inoxidável (tamanho aproximado dos pedaços 12 x 7 x 3 cm) e branqueadas por imersão em água potável aquecida em torno de 93°C, por 8 minutos.

O equipamento e demais utensílios de apoio utilizados na extração da polpa dos frutos foram sanitizados com uma solução de hipoclorito de sódio, a uma concentração de 200 ppm.

Após branqueamento as mangas foram descascadas e trituradas. A polpa foi extraída em despulpador (marca Sterling), dotado de peneira com diâmetro equivalente a 0,5mm de abertura de malha.

Toda a polpa foi homogeneizada e acondicionadas em sacos de polietileno (24cm x 34cm x 0,15mm), em porções de 600 g, para facilitar o manuseio. Em seguida foram congeladas em túnel de congelamento e armazenadas sob congelamento a -18°C por uma semana.

4.2-OBTENÇÃO DA POLPA DE MANGA CONCENTRADA RECONSTITUÍDA

Foram retiradas amostras da polpa integral obtida e realizadas análises físico-químicas para sua caracterização.

Realizou-se 17 experimentos de acordo com o Planejamento fatorial (2^3) (Tabela 4.1), onde foram incluídos os pontos axiais (níveis $\pm \alpha$) e 3 pontos central. As variáveis independentes foram concentração de pectinase (Pectinex® Ultra AFP, Novozymes),

número de gravidades e tempo de centrifugação. Desta forma cada fator foi estudado em 5 níveis diferentes (Tabela 4.1).

Para a análise dos dados experimentais obtidos foi utilizado o software STATISTICA 7, sendo considerado preditivo o modelo que apresentou regressão significativa, ao nível de confiança de 95%, falta de ajuste não significativa e valor de R^2 maior que 0,7. Conforme exposto por BARROS NETO et al. (2003), o valor de α é função do número de variáveis independentes (k), sendo definido pela equação: $\alpha = (2^k)^{1/4}$. Como, neste estudo, são três variáveis independentes, o valor de α é 1,6818.

Tabela 4.1- Níveis das variáveis estudados no planejamento fatorial completo

Variáveis	Nível				
	- α	-1	0	+1	+ α
independentes					
Pectinases (ppm)	16	50	100	150	184
Nº de gravidades	640	2000	4000	6000	7360
Tempo (min)	1,6	5	10	15	18,4

A matriz do delineamento experimental para obtenção da polpa precipitada e suco clarificado encontra-se na Tabela 4.2, os valores do ponto central são obtidos nos experimentos 15, 16 e 17.

As variáveis resposta do planejamento experimental completo (Tabela 4.2) foram obtidas a partir dos resultados médios do rendimento de suco clarificado e polpa precipitada, teores de fibras, pectina, acidez, umidade, vitamina C, carotenóides, pH, brix, e coordenadas de cor instrumental $L^* C^* H^*$ e turbidez (haze), descritos no tópico 4.4.

Os valores dos efeitos estimados indicaram quanto cada fator influenciou na resposta estudada. Quanto maior é o seu valor, maior é a sua influência, e um efeito positivo indica que ao passar de um valor mínimo a um valor máximo da variável, a resposta aumenta. Já um efeito negativo indica o contrário, ou seja, ao passar de um valor mínimo para o valor máximo, a resposta diminui (ANTÔNIO, 2006; AZOUBEL, 2003; RODRIGUES, 2004).

O coeficiente p está relacionado ao nível de significância da variável independente sobre a resposta em estudo. Neste estudo, valores de p que foram

inferiores a 5%, a variável foi considerada estatisticamente significativa. Caso contrário, foi considerada não significativa.

Tabela 4.2 – Matriz de planejamento para obtenção da polpa precipitada e suco clarificado

Experimento	Pectinase (ppm)	Gravidades (G)	Tempo de centrifugação (min)
1	50	2000	5
2	150	2000	5
3	50	6000	5
4	150	6000	5
5	50	2000	15
6	150	2000	15
7	50	6000	15
8	150	6000	15
9	16	4000	10
10	184	4000	10
11	100	640	10
12	100	7360	10
13	100	4000	1,6
14	100	4000	18,4
15	100	4000	10
16	100	4000	10
17	100	4000	10

O ensaio que apresentou melhores resultados para rendimento de suco clarificado foi repetido em triplicata, objetivando a validação do ponto otimizado.

4.3- PROCESSOS PARA OBTENÇÃO DA POLPA DE MANGA CONCENTRADA

Para cada experimento foram clarificados 1,2kg de polpa de manga integral, em centrífuga refrigerada (Beckman, modelo J2-21) a 25°C.

O ‘suco clarificado’(sobrenadante), foi retirado dos tubos da centrífuga, pesado para posterior cálculo de rendimento, submetido a determinações físico-químicas e concentrado em evaporador a vácuo (rota-evaporador, marca Buchi) à temperatura de 60°C durante 2,5 horas, quando atingiu 60°Brix.

Semelhante procedimento foi realizado para ‘polpa precipitada’, porém ela não foi concentrada. Após a centrifugação a mesma foi acondicionada em sacos de polietileno de baixa densidade estéreis e armazenada sob refrigeração até o momento da recombinação. O processo de obtenção da polpa de manga concentrada reconstituída é descrito na Figura 4.1.

A recombinação do ‘suco clarificado concentrado’ com a ‘polpa precipitada’, foi realizada nas proporções descritas na Tabela 4.3 (Formulação 2). Foi adicionada pectina comercial de alta metoxilação (marca Genu – cp kelco) aos concentrados reconstituídos obtidos.

Tabela 4.3- Proporção de polpa precipitada e suco clarificado concentrado na reconstituição da polpa concentrada

Rend. de SC (%)	Rend. teórico de SCC.(g)	Rend. Prático de SCC (g)	Perdas SCC (%)	Rend. de P.ppt. (%)	Qtd. de P.ppt. adicionada (g)	Qtd. de P.ppt. adicionada (%)	Qtd. De PCR obtida (g)*
70	14,93	12,82	14,11	30,00	25,77	66,78	38,59

*para 100g de polpa integral de manga

SC: Suco clarificado; SCC: Suco clarificado concentrado; P.ppt: Polpa precipitada; PCR: Polpa concentrada reconstituída.

Através das determinações da quantidade de pectina na polpa de manga integral e nos produtos separados (‘suco clarificado’ e ‘polpa precipitada’), foi verificada a quantidade de pectina degradada pela pectinase em cada experimento. Por diferença entre a polpa integral e o processo foi obtido o valor da perda de pectina.

A pectina comercial foi adicionada respeitando a concentração do produto obtido, desta maneira, se a concentração da polpa de manga dobrou, dobra-se também o valor da diferença obtida. Hipoteticamente, partindo-se de uma polpa integral de manga com 12°Brix e 0,45mg/100g de pectina para um produto concentrado a 24°Brix e 0,1 mg/100g de pectina, por diferença entre 0,45 e 0,1 obteve-se a quantidade degradada 0,35mg/100g. Como a polpa duplicou a concentração, duplica-se também a quantidade de pectina a ser adicionada (0,35*2), assim, para o exemplo, foi adicionado 0,7mg/100g de pectina comercial no momento da reconstituição da polpa.

A mistura (‘suco clarificado concentrado’, ‘polpa precipitada’ e pectina) foi homogeneizada em um agitador mecânico de bancada, envasada em potes de vidro e congelada por uma semana, quando foram realizadas as determinações físico-químicas.

Como controle, foi realizada a concentração da polpa de manga integral, sem utilização das variáveis de estudo (pectinase, gravidade e tempo na centrífuga), no mesmo equipamento utilizado para a concentração dos demais experimentos.

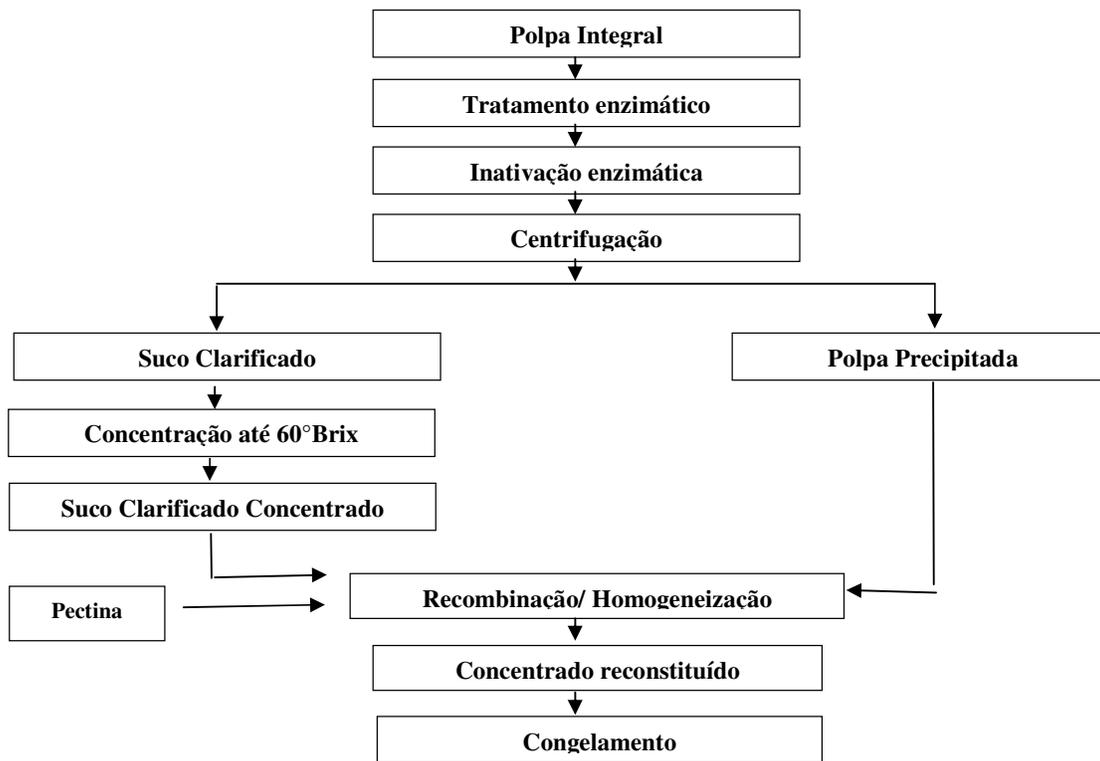


Figura 4.1- Fluxograma do processo de obtenção da polpa de manga concentrada reconstituída

Para análise estatística dos resultados obtidos nas determinações físico-químicas foram realizados análise de variância/teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software SAS.

4.4- DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS

Foram realizadas as análises físico-químicas da polpa integral, 'polpa precipitada', 'suco clarificado', polpa concentrada reconstituída. Todas as determinações foram realizadas em triplicata:

- **pH:** medido em potenciômetro da marca Micronal mod. B-374, calibrado com soluções-tampão nos pHs 4 e 7 a 20°C, segundo método nº981.12 da AOAC (1997);
- **Sólidos solúveis** (como °Brix): baseado na leitura direta dos graus Brix da amostra a 20°C em refratômetro digital da marca LEICA, mod. AR200;
- **Sólidos totais:** determinado por secagem em estufa a 85°C, segundo método nº 920.151 da AOAC (1997);
- **Acidez total titulável:** segundo método nº 942.15 da AOAC (1997), e expressa em porcentagem de ácido cítrico;
- **Açúcares redutores e totais:** titulação de oxi-redução (Lane e Eynon, 1934) segundo método nº31.034-6 da AOAC (1984), com auxílio de equipamento Redutec TE086 da marca TECNAL;
- **Ácido ascórbico:** método nº43.065 da AOAC (1984), modificado por BENASSI (1990), que se baseia na redução de 2,6-diclorofenolindofenol-sódico (DCFI) pelo ácido ascórbico;
- **Carotenóides totais:** A medida de carotenóides totais foi feita com base no teor de β-caroteno. A determinação do teor de carotenóides foi realizada de acordo com a metodologia descrita por RODRIGUEZ AMAYA (1999), baseada na extração dos carotenóides com acetona, seguida por separação em éter de petróleo, diluição em balão volumétrico e posterior leitura em espectrofotômetro. Para sua quantificação foi utilizado o espectro de absorção registrado no comprimento de onda de 450 nm e a Equação matemática 4.1.

$$\text{Carotenóides } (\mu\text{g /g}) = (V * \text{Abs} * 10^{-6}) / (E^{1\%}_{1\text{cm}} * m * 100) \quad (\text{Eq. 4.1})$$

4.1)

Onde:

V = volume de diluição (ml);

Abs = absorvância máxima lida no espectrofotômetro;

m = massa da amostra (g);

$E^{1\%}_{1\text{cm}}$ = absorvidade para o β-caroteno em éter de petróleo, 2592.

- **Determinação instrumental de cor:** a cor foi avaliada através de um espectrofotômetro Colorquest Hunterlab, usando um sistema de leitura CIELAB e CIELCH, para reflectância especular incluída. As amostras foram colocadas

em cubeta de quartzo opticamente limpa com 10 mm de caminho óptico. Foi calculada a diferença total de cor (ΔE^*) de acordo com a Equação 4.2.

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad (\text{Eq. 4.2})$$

onde: Δ é a diferença entre cada parâmetro de cor da amostra controle e a amostra submetida aos processos de concentração.

As determinações de cor para o planejamento experimental foram feitas utilizando a escala $L^*C^*H^*$, pois estes consideram os valores de a^* e b^* ($C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$ e $H^* = \tan^{-1}(b^*/a^*)$). Já para determinação de cor do concentrado reconstituído foi realizado em $L^* a^* b^*$ pelo fato dos mesmos terem sido utilizados no cálculo de diferença total de cor (Equação 4.2)

- **Pectinas:** foram extraídas pelo método de MCCREADY & MCCOMB (1952), e dosadas através da reação de condensação com hidroxidifenil descrita por BLUMENKRATZ & ASBOE-HANSEN (1973);
- **Viscosidade:** As medidas foram feitas em reômetro (marca Brookfield, modelo RVII; foi utilizado o modelo de Herschel-Bulkley, o conjunto foi ajustado por regressão não-linear calculado pelo software Statistic 7.
- **Teor de fibras:** segundo a metodologia de POMERANZ E MELOAN (1982), que determina o conteúdo de celulose e lignina;
- **Rendimento:** foi determinado multiplicando-se a quantidade de ‘suco clarificado’ ou ‘polpa precipitada’ por 100 e dividindo-se esse valor pela quantidade de polpa integral utilizada em cada experimento.

Após escolha do ponto o experimento foi realizado em triplicata, bem como foi determinado à composição centesimal do produto.

4.5- ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Foram feitas determinações apenas de fungos e leveduras e bactérias totais, conforme a metodologia indicada pela APHA (VANDERSANT & SPLITSTOESSER, 1992) para verificação de segurança no néctar, já que o mesmo foi elaborado no dia anterior da análise sensorial e mantido sob refrigeração.

4.6- ELABORAÇÃO DO NÉCTAR

Depois da escolha do ponto ótimo foram elaboradas duas formulações de polpa de manga concentrada reconstituída com diferentes teores de ‘polpa’.

No concentrado 1 30% de ‘polpa’ foi adicionado ao ‘suco’ concentrado, no concentrado 2 67% de ‘polpa precipitada’ foi adicionado ao ‘suco’ concentrado e no 3 0% de ‘polpa precipitada’, ou seja, apenas o ‘suco clarificado concentrado’ a 60° Brix. Essas porcentagens de polpa foram escolhidas para avaliar se menores teores de polpa adicionada apresentaria diferença na análise sensorial, sendo que a formulação 2 foi elaborada proporcionalmente em relação as frações separadas na centrifugação.

Após, foram preparados três formulações de néctares. Foram adicionados 20% do reconstituído A, 30% do reconstituído B e 17% do ‘suco’ concentrado C, na formulação dos respectivos néctares. As diluições, feitas com água, foram realizadas para obter um suco reconstituído de manga com 12° Brix, pois quantidades maiores de polpa de manga concentrada reconstituída adicionadas ao néctar apresentaram sabor muito ácido, para as três formulações.

Após a diluição foi adicionado açúcar cristal (sacarose comercial) até 14°Brix, para cada néctar. Os néctares foram pasteurizados por dois minutos a uma temperatura de 72°C, envasados em garrafas PET e refrigerados até o dia seguinte, quando ocorreu a análise sensorial.

A escolha do binômio tempo e temperatura na pasteurização foi realizada devido ao fato da maioria das bactérias não germinarem e não se reproduzirem em alimentos com pH abaixo de 4,5, portanto a maior preocupação é a inativação de microrganismos deteriorantes (LEWIS, HEPPELL, 2000), sendo que estes microrganismos são inativados ou destruídos em temperaturas mais brandas devido à sua sensibilidade ao calor (LEWIS; HEPPEL, 2000, RAJASHEKHARA; SURESH; ETHIRAJ, 2000). Em estudos com purê de manga SUGAI (2007) afirma que a pasteurização a temperatura de 70°C/13s foi eficiente para manter a qualidade microbiológica deste produto por 20 semanas de armazenamento refrigerado.

4.7- ANÁLISE SENSORIAL

Objetivou-se observar a influência da porcentagem de polpa em cada formulação de néctar de manga utilizando polpa de manga concentrada reconstituída, bem como verificar a intenção de compra por parte dos consumidores.

O teste sensorial foi aplicado entre 10 e 16 h no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp.

Foram utilizados 80 provadores não treinados, de ambos os sexos, de 18 a 50 anos, recrutados entre funcionários e alunos da faculdade.

As amostras foram servidas sob temperatura de refrigeração (em torno de 15°C), em cabines individuais, com iluminação branca. Cada provador recebeu em torno de 30 mL de cada néctar. As amostras foram servidas de forma monádica seqüencial e apresentadas em copos descartáveis, codificados com números aleatórios de três dígitos, de forma casualizada em blocos completos balanceados. Juntamente com a amostra os provadores receberam um copo com água para lavar a boca entre as amostras, um biscoito tipo água e sal e uma ficha para avaliação do produto (Anexo 1).

Para cada amostra o julgador tinha que avaliar os atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão global em uma escala não estruturada de nove pontos (abrangendo de “desgostei extremamente” a “gostei extremamente”). Cada julgador tinha ainda que indicar qual sua intenção de compra diante de cada amostra avaliada, em uma escala de cinco pontos que variava de certamente não compraria a certamente compraria.

A análise dos dados obtidos foi realizada a partir da análise de variância (ANOVA), seguida pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software SAS.

5- RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1- CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

A manga in natura utilizada apresentou apreciáveis valores de carotenóides, fibras e vitamina C (Tabela 5.1), sendo desta forma altamente nutritiva.

Tabela 5.1- Caracterização físico-química da manga ‘Tommy Atkins’ in natura

Determinações	Valor médio e Desvio Padrão
Brix	12,7 ± 0,00
Fibra Bruta (%)	2,56 ± 0,15
Pectina (mg/100g)	0,45 ± 0,92
pH	3,96 ± 0,01
Acidez (% em ácido cítrico)	0,46 ± 0,00
Carotenóides (mg /g)	18,1 ± 0,31
Umidade (%)	86,49 ± 0,39
Vitamina C (mg/100g)	24,32 ± 2,07
Açúcares totais (mg/100g)	14,38 ± 0,00
Açúcares redutores (mg/100g)	4,1 ± 0,01
Açúcares não redutores (mg/100g)	10,27 ± 0,01
Cinzas	0,35 ± 0,1
Cor L*	53,81 ± 0,12
Cor a*	10,07 ± 0,12
Cor b*	43,66 ± 0,15

A caracterização físico-química da manga ‘Tommy Atkins’ na forma in natura mostra conteúdos de umidade superiores ao descrito por SANTOS (2003) e RIBEIRO (2004) que foram 82,54% e 82,27% respectivamente, e valor do Brix menor comparando-se com a descrição destes mesmos autores (17,46° e 13,05°Brix, respectivamente).

O NEPA (2006) relatou valores de 2,1% de fibras, 0,3 % de cinzas e 12,8% de açúcares totais, valores esses menores que os encontrados para estes parâmetros no presente estudo, para açúcares totais SOARES et al (2010) encontrou valores bem próximos ao encontrados neste estudo, 14,12%.

O conteúdo de vitamina C da matéria prima apresentou-se menor que o encontrado por BRUNINI et al (2002), que foi 56,11 mg/100g e bem semelhante ao encontrado por SOARES et al (2010) que foi 24,48. SOARES et al (2010) obtiveram 0,32mg/100 para teor de pectina e 33,3 µg /g de carotenóides totais.

CHIUMARELLI (2008) em estudos com a manga ‘Tommy Atkins’ encontrou valores de 5,08 % para açúcares redutores, acidez 0,52 % e pH 3,96, sendo os dois primeiros maiores e o último igual aos resultados aqui apresentados.

Os parâmetros de cor, realizados utilizando a escala Hunter L* a* b*, apresentaram para luminosidade (L*) 53,81, para a* 10,07 (tonalidades tendendo ao vermelho) e para b* 43,66 (tonalidades tendendo ao amarelo), indicando coloração clara na polpa com predominância da cor amarela sobre a vermelha, resultando na cor amarelo-alaranjado, característica da polpa de manga ‘Tommy Atkins’. Os valores elevados de b* indicam a prevalência dos carotenóides sobre outros pigmentos.

As diferenças apresentadas entre os valores obtidos neste estudo e os da literatura são perfeitamente compreensíveis quando se sabe que a composição centesimal de uma fruta é função de diversos fatores, tais como: época do ano, técnica de irrigação utilizada para o plantio, região da qual a fruta é oriunda, dentre outros.

5.2- OBTENÇÃO DA ‘POLPA PRECIPITADA’ E ‘SUCO CLARIFICADO’

Para o processo de separação de polpa de manga é interessante obter condições em que se tenha a maior rendimento de ‘suco clarificado’ e menor rendimento de ‘polpa precipitada’ e uma maior retenção de vitamina C, carotenóides e fibras na ‘polpa precipitada’ já que esta não sofrerá concentração por calor.

Os resultados obtidos para ‘Polpa precipitada’, de acordo com o planejamento experimental, estão apresentados nas Tabelas 5.2 (página 36) e 5.3 (página 50), já os valores obtidos para ‘suco clarificado’ encontram-se nas Tabelas 5.4 (página 51) e 5.5 (página 57).

RESULTADOS 'POLPA PRECIPITADA'

Tabela 5.2- Valores obtidos experimentalmente para rendimento, fibra bruta, acidez, umidade, carotenóides e coordenadas de cor L*, C*, H* na 'polpa precipitada'.

Ensaio	Rend. Polpa Precipitada (%)	Fibra Bruta(%)		Acidez (%)		Umidade (%)		Carotenóides (µg /g)		L*		C*		H*	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
1	38,43	6,18	0,05	0,54	0,00	85,71	0,22	27,51	1,1	57,77	1,09	53,97	0,11	76,42	0,02
2	38,01	6,11	0,08	0,53	0,01	85,64	0,28	27,71	0,87	56,8	0,9	54,5	1,44	76,71	0,39
3	24,58	8,65	0,19	0,58	0,00	84,12	0,01	34,3	0,87	52,91	1,29	56,19	0,04	74,15	0,01
4	24,4	9,41	0,35	0,59	0,00	83,63	0,46	22,35	2,96	52,12	0,92	57,99	0,24	73,76	0,02
5	35,88	6,12	0,04	0,52	0,01	85,25	0,04	31,52	0,19	57,38	1,23	54,11	0,03	77,05	0,01
6	24,31	8,96	0,21	0,54	0,01	84,01	0,09	24,62	2,58	57,95	0,99	53	0,03	76,61	0,07
7	24,26	8,67	0,24	0,56	0,01	83,7	0,06	41,78	1,07	52,13	1,33	58,14	0,08	74,12	0,06
8	20,95	12,38	0,18	0,6	0,01	83,71	0,04	40,37	0,43	53,3	1,36	58,38	0,11	73,56	0,14
9	34,85	7,71	0,21	0,56	0,01	84,21	0,11	37,08	0,32	55,66	1,48	55,91	0,01	75,03	0,03
10	24,55	9,17	0,29	0,55	0,00	84,41	0,43	35,62	0,67	55,76	0,93	52,65	0,09	75,37	0,00
11	47,79	4,59	2,59	0,57	0,01	86,49	0,39	24,83	1,04	58,44	1,19	52,64	0,04	79,06	0,01
12	19,99	10,48	1,83	0,6	0,01	83,64	0,15	55,73	1,73	51,04	0,93	59,08	0,03	71,13	0,07
13	37,45	6,34	0,32	0,56	0,01	85,29	0,08	25,77	0,27	56,32	0,37	56,36	0,16	75,38	0,04
14	24,79	10,08	1,26	0,55	0,01	84,19	0,51	48,61	0,23	56,04	1,93	55,62	0,19	75,48	0,05
15 (pc)	29,54	7,74	0,54	0,57	0,00	84,72	0,07	38,61	1,98	56,84	0,3	56,48	0,01	75,63	0,11
16 (pc)	30,83	8,24	0,17	0,57	0,01	84,7	0,27	33,97	0,72	56,53	0,6	55,94	0,18	75,53	0,02
17 (pc)	30,03	9,54	1,00	0,53	0,01	84,55	0,01	34,93	1,06	56,77	0,9	56,25	0,66	75,48	0,28

Pc: ponto central

5.2.1- RENDIMENTO DE ‘POLPA PRECIPITADA’

A variável independente que apresentou maior importância (maior efeito) foi o número de gravidades empregado (Anexo 2). Todos os efeitos principais dos termos lineares foram significativos ($p < 0,05$), sendo que os mesmos apresentaram efeitos negativos na resposta, evidenciando que o rendimento de ‘polpa precipitada’ foi diminuído com o aumento dos valores das variáveis independentes, isso pode ser desejável, pois quando a quantidade de ‘polpa precipitada’ diminui o ‘suco clarificado’ aumenta, nos fornecendo um maior conteúdo do fluido que poderá ser concentrado em evaporadores simples, sendo que no momento da recombinação do ‘suco clarificado concentrado’ com a ‘polpa precipitada’ obteremos uma polpa concentrada de manga com maior °Brix.

A Anova para Rendimento de ‘Polpa Precipitada’, considerando somente os termos estatisticamente significativos a 95% de significância, está apresentada no Anexo 3. Aplicou-se também o teste F para avaliar a falta de ajuste dos modelos e verificou-se que os valores de F calculado foram inferiores aos valores de F tabelado, indicando que a falta de ajuste não teve significância, ao nível de 95%, no modelo proposto.

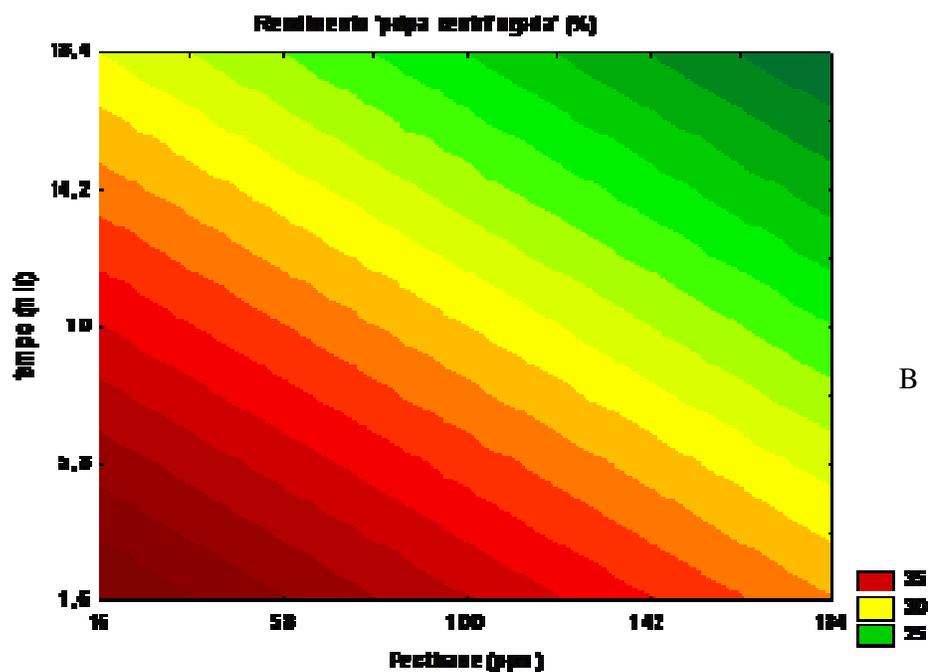
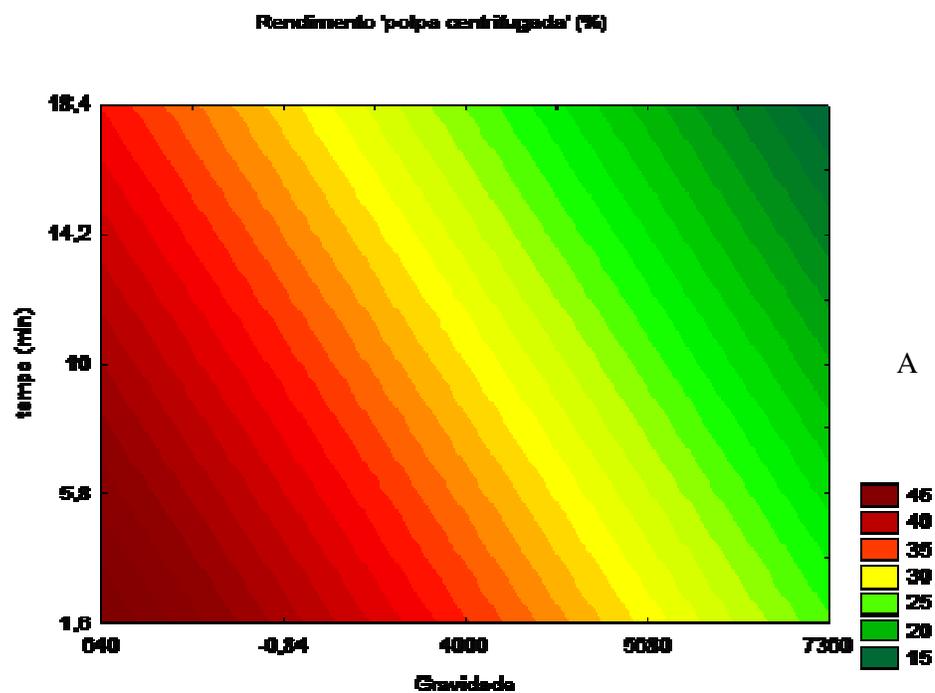
A regressão obteve R^2 igual a 0,84, explicando 84,4% das respostas obtidas, e o teste F foi significativo (F calculado maior que F tabelado), sendo o modelo adequado para descrever o resultado através da superfície de resposta. Segundo BARROS NETO et al. (2001), uma regressão, embora significativa do ponto de vista do teste F, pode não ser útil para realizar previsões por cobrir uma faixa de variação pequena dos fatores estudados. BOX & WETZ (1973) sugeriram que para uma regressão ser significativa não apenas estatisticamente, mas também ser útil para fins preditivos, o valor de F calculado para a regressão deve ser de quatro a cinco vezes superior ao valor de F tabelado.

Através da análise das curvas de contorno (Figura 5.1) é notável que menores rendimentos de ‘polpa precipitada’ são obtidos quando é aumentada a gravidade, o tempo e a concentração de pectinase.

O modelo codificado proposto é apresentado na Equação 5.1.

$$\text{Rendimento de ‘Polpa Precipitada’ (\%)} = 30,04 - 2,70P - 6,53G - 2,73t \quad \text{Eq. 5.1}$$

Variáveis codificadas no modelo: P = Pectinase (ppm); G = Número de gravidades utilizados na centrífuga; t= Tempo em minutos de permanência na centrífuga.



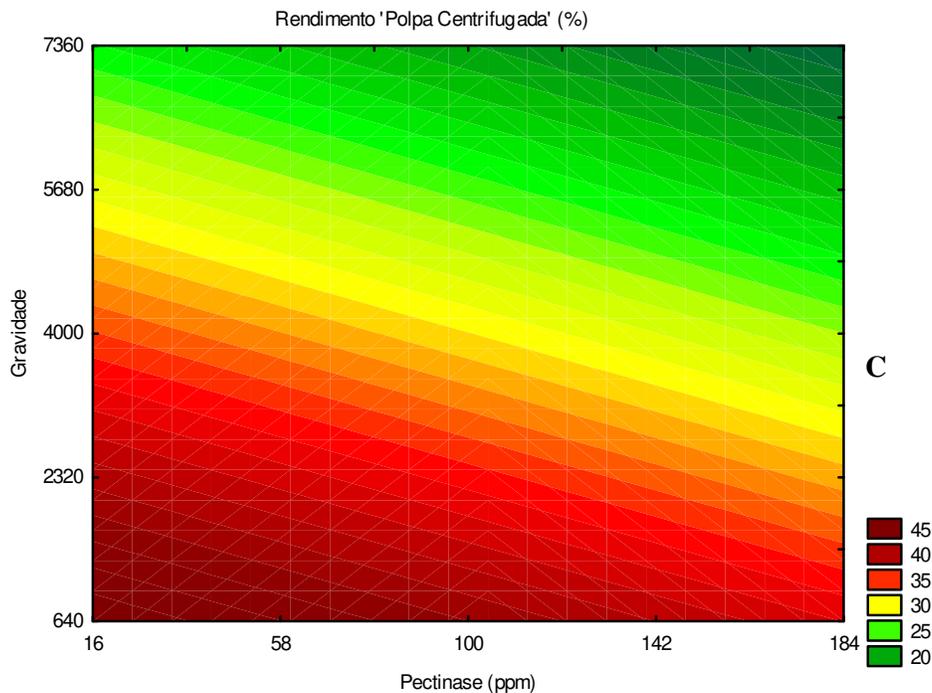


Figura 5.1 Curvas de contorno para rendimento de 'polpa precipitada', (A) tempo de centrifugação e número de gravidade; (B) tempo de centrifugação e concentração de pectinase; (C) número de gravidades e concentração de pectinase.

Esses resultados podem ser explicados, pois com o aumento da concentração de pectinase ocorre degradação das pectinas que se ligam a água e as paredes de celulose, isso faz com que o aumento do número de gravidades e tempo na centrífuga extraia com maior eficiência o 'suco', fornecendo uma menor quantidade de 'polpa precipitada', deixando-a mais densa e com menos água.

5.2.2- FIBRAS

Aos dados experimentais obtidos para teor de fibras na 'polpa precipitada' de manga foi aplicada uma análise estatística, e os resultados estão apresentados no Anexo 2. Os efeitos dos fatores lineares e a interação entre Pectinase e Tempo, em negrito, indicam que estes exercem influência significativa sobre a resposta ao nível de 95% de confiança ($p \leq 0,05$).

Nota-se que os termos lineares das variáveis independentes estudadas apresentaram efeito positivo para o teor de fibras.

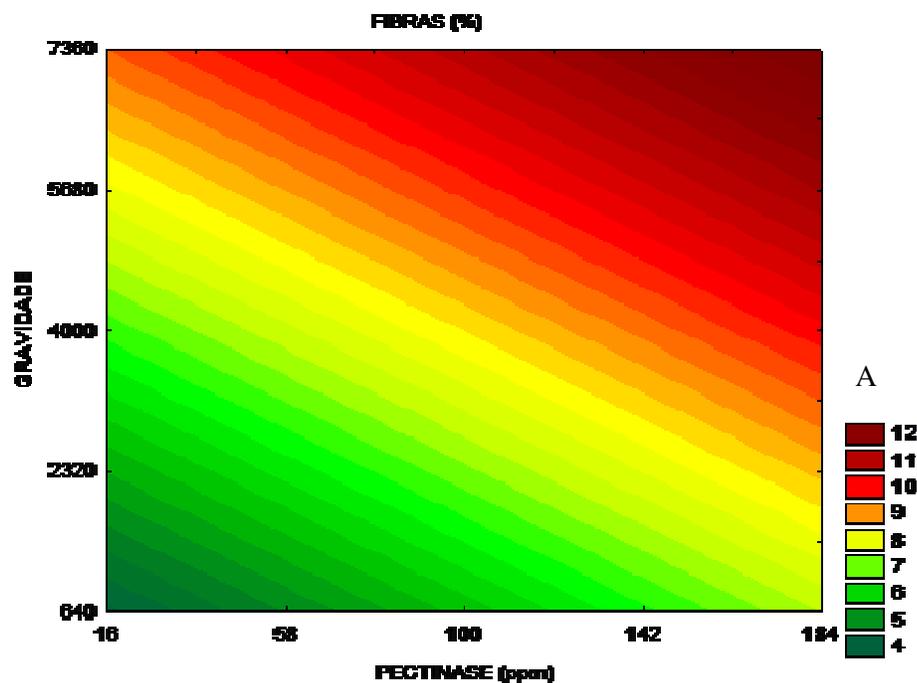
O valor do R^2 foi 0,94, explicando 94% da regressão, a partir do coeficiente de regressão foi gerado o modelo codificado apresentado na Equação 5.2.

$$\% \text{ FIBRA} = 8,26 + 0,99P + 1,59G + 0,6t + 0,73Pt \quad \text{Eq. 5.2}$$

Através da análise de variância (ANOVA), apresentada no Anexo 3, nota-se que o valor de F calculado da regressão é bem maior que F tabelado, indicando que o modelo pode ser utilizado para fins preditivos, o contrário é observado na avaliação da falta de ajuste do modelo, indicando que a mesma não foi significativa a 95%.

Os gráficos de curva de contorno das superfícies de resposta são apresentados na Figura 5.2 e sugerem que maiores concentrações de fibras foram encontrados quando adicionou-se quantidades de pectinase acima de 100ppm, número de gravidades maior que 4000G e tempo de centrifugação maior que 10 minutos.

Maior teor de fibras na ‘polpa precipitada’ indicam um melhor processo de concentração, pois menos partículas estarão presentes no ‘suco clarificado’ diminuindo os problemas com o aumento da viscosidade



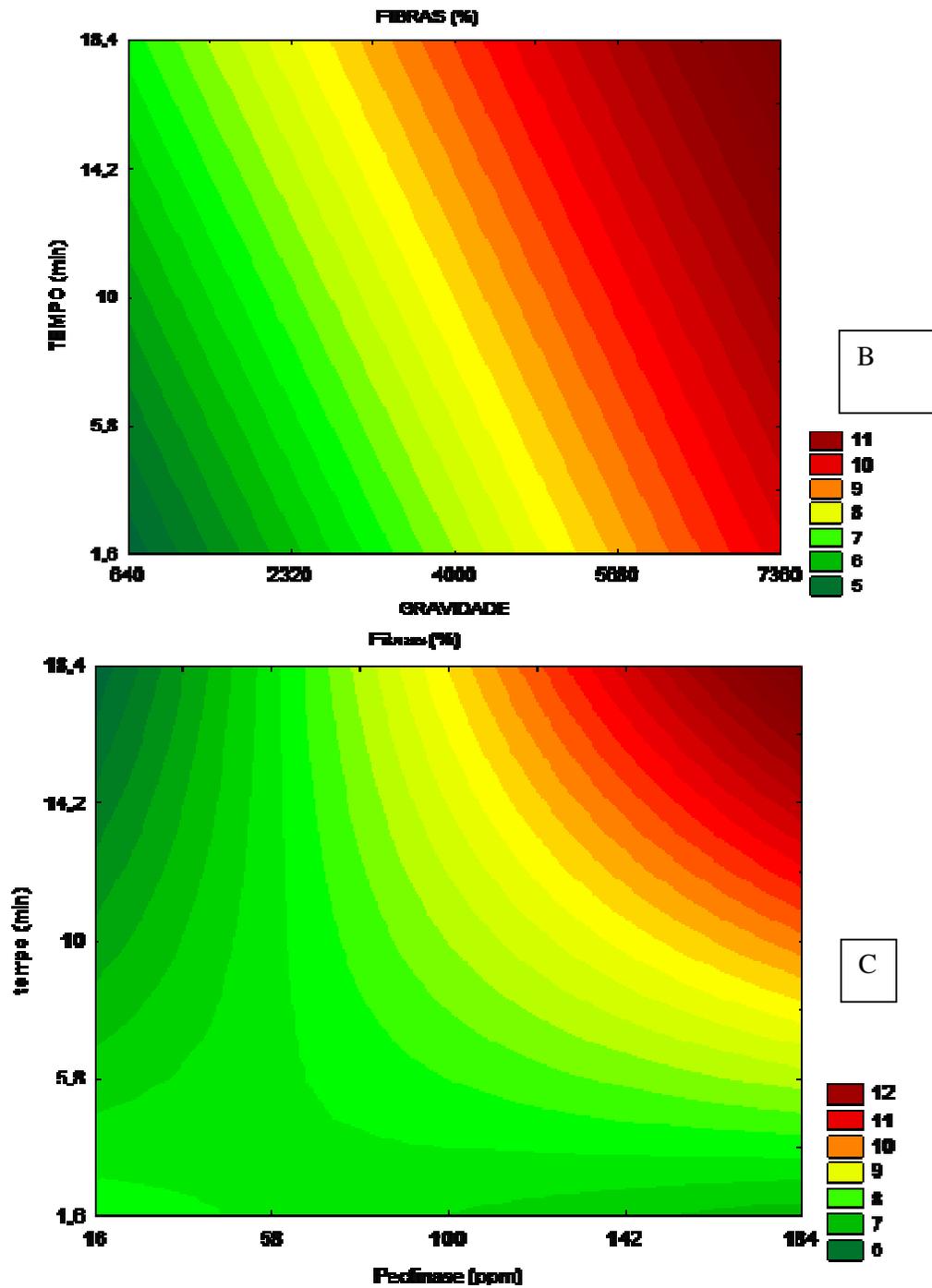


Figura 5.2- Curvas de contorno para teor de fibras na 'polpa precipitada', (A) número de gravidade e concentração de pectinase; (B) tempo de centrifugação e número de gravidades; (C) tempo de centrifugação e concentração de pectinase.

5.2.3- ACIDEZ

Em relação à acidez, apenas a gravidade (linear) apresentou efeito significativo, os demais termos, lineares, quadráticos e interações não apresentaram diferença estatística a 95% de confiança. Observa-se no Anexo 2 que o aumento na gravidade teve efeito positivo em relação a acidez, ou seja, o aumento deste termo, aumentou também a acidez da ‘polpa precipitada’ de manga.

Após a eliminação dos fatores não significativos, foi realizada a análise da regressão, indicando $R^2 = 0,86$, ou seja, a mesma explicou 86 % das respostas.

Conforme a Análise de variância (Anexo 3), o valor de F calculado foi bem maior que o de F tabelado, o contrário é observado para falta de ajuste, indicando que o modelo codificado (Equação 5.3) obtido poderá ser utilizado para fins preditivos.

$$\text{Acidez (\%)} = 0,56 + 0,05G \quad (\text{Eq. 5.3})$$

Podemos observar que acima de 4000G obteve-se maiores valores para acidez (Figura 5.3), isso pode ser explicado devido ao fato do aumento dessa variável levar consigo uma maior quantidade de compostos ácidos juntamente com a polpa que é precipitada.

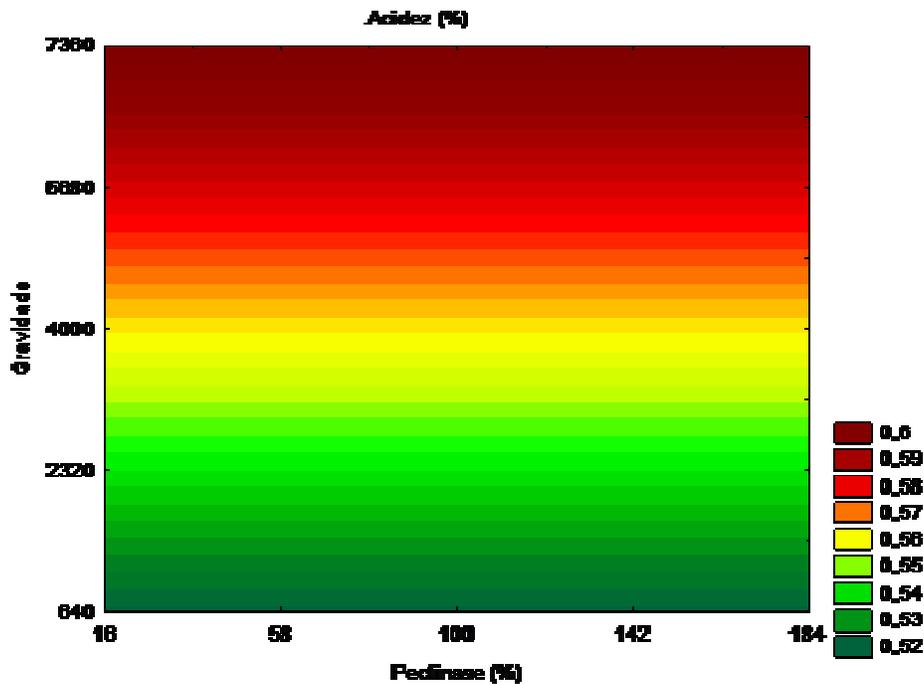


Figura 5.3- Curva de contorno para acidez da ‘polpa precipitada’.

5.2.4- UMIDADE

A Estimativa de efeitos dos fatores umidade pode ser observada no Anexo 2. Os efeitos dos fatores lineares para pectinase e gravidade, são significativos a 95% de confiança ($p \leq 0,05$), sendo a variável que apresentou um maior valor de efeito estimado foi o número de gravidades, apresentando menor p-valor.

Eliminando-se os fatores não-significativos, verificou-se a significância da regressão e da falta de ajuste em relação a $p \leq 0,05$, através do teste F, na análise de variância. Na Anova (Anexo 3) encontram-se os valores calculados e tabelados de F.

Para análise de regressão foram considerados apenas os termos significativos. O valor de R^2 foi 0,81, portanto 81% da variação dos dados podem ser explicadas pelo modelo (Equação 5.4). Devido o F calculado da regressão ser maior que o F tabelado, foi construído o modelo codificado (Equação 5.4).

$$\text{Umidade (\%)} = 84,59 - 0,75G - 0,31t \quad (\text{Eq. 5.4})$$

Ao observar a superfície de resposta e superfície de contorno (Figura 5.4), nota-se que valores de gravidade maiores que 4000G forneceram menores valores de umidade, sendo a região onde se concentra menores valores dessa resposta é localizada acima de 10 minutos de centrifugação. Uma diminuição nessa resposta é interessante, pois significa que maior teor de umidade foi eliminado com o 'suco clarificado' e aumentando o rendimento deste, aumenta-se também o Brix do produto concentrado obtido.

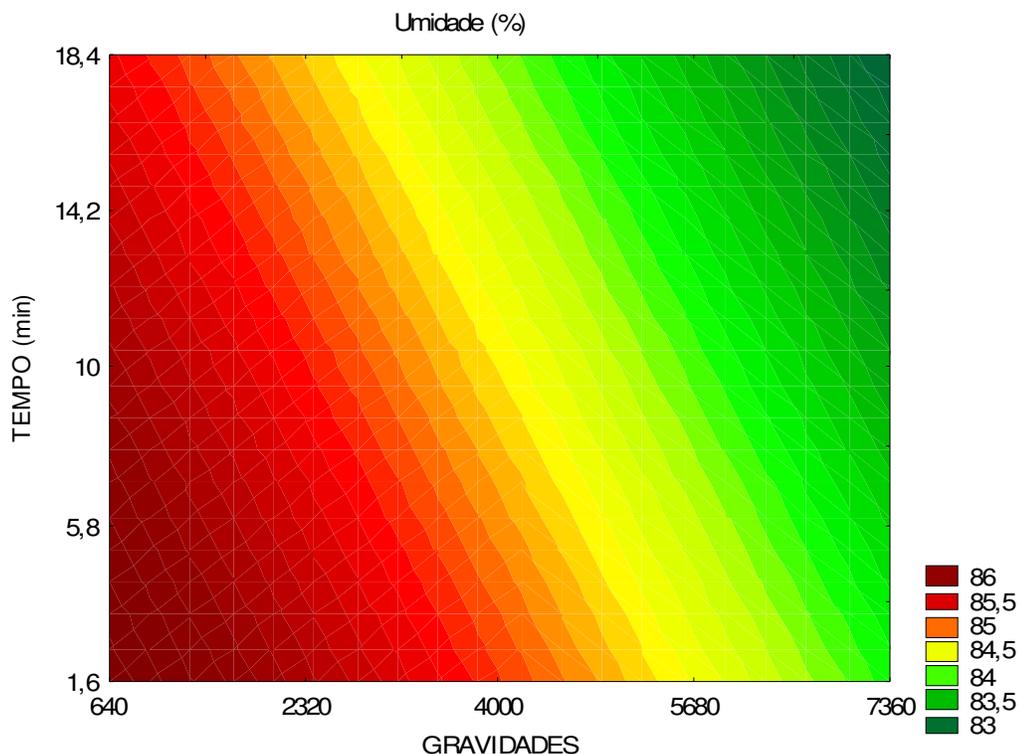


Figura 5.4- Superfícies de respostas e curvas de contorno para teor de umidade na 'polpa precipitada', (a) e (b) número de gravidade e concentração de pectinase.

5.2.5- CAROTENÓIDES TOTAIS

A gravidade e o tempo (termos lineares) apresentaram efeitos significativos (Anexo 2) a 95% de confiança.

Com o aumento da gravidade e do tempo, obteve-se maior conteúdo de carotenóides totais na 'polpa precipitada', devido a uma maior saída de 'suco clarificado', fornecendo uma 'polpa precipitada' mais compacta que apresentou maior teor desse pigmento por massa, isso é interessante, já que a 'polpa precipitada' não será aquecida, por isso presume-se que a polpa de manga concentrada reconstituída terá maior teor desse pigmento.

Após análise da regressão, obteve-se valor de $R^2 = 0,60$, ou seja, o modelo explicou apenas 60% da variação dos dados sobre a resposta. Após análise de variância (Anexo 3) foi verificado que o F calculado foi 2,8 vezes maior que o tabelado, portanto, foi decidido não retirar o modelo nem superfícies de respostas devido ao baixo valor de R^2 .

5.2.6- COR

Luminosidade (L*): Os resultados da análise estatística aplicada aos dados experimentais de luminosidade são apresentados no Anexo 2. Em negrito, estão os efeitos dos fatores lineares, quadráticos e da interação que são significativos, admitindo um intervalo de confiança de 95%.

Nota-se que os valores quadráticos para pectinase e gravidade e tempo, o valor de para gravidade linear e a interação da pectinase com o tempo foram estatisticamente significativas.

Observando a tabela de efeitos (Anexo 2) nota-se que a variável mais importante que obteve diferença significativa foi a gravidade, indicando que a luminosidade aumentou com a redução do número de gravidades empregado. Os demais parâmetros estatisticamente significativos também obtiveram valores negativos, exceto para interação pectinase linear e tempo linear.

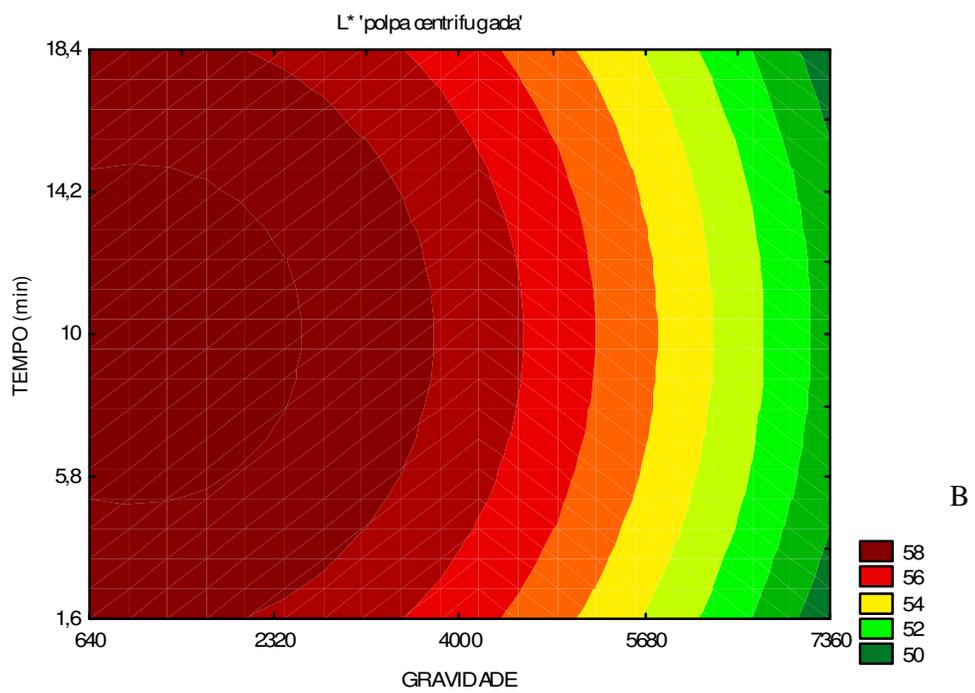
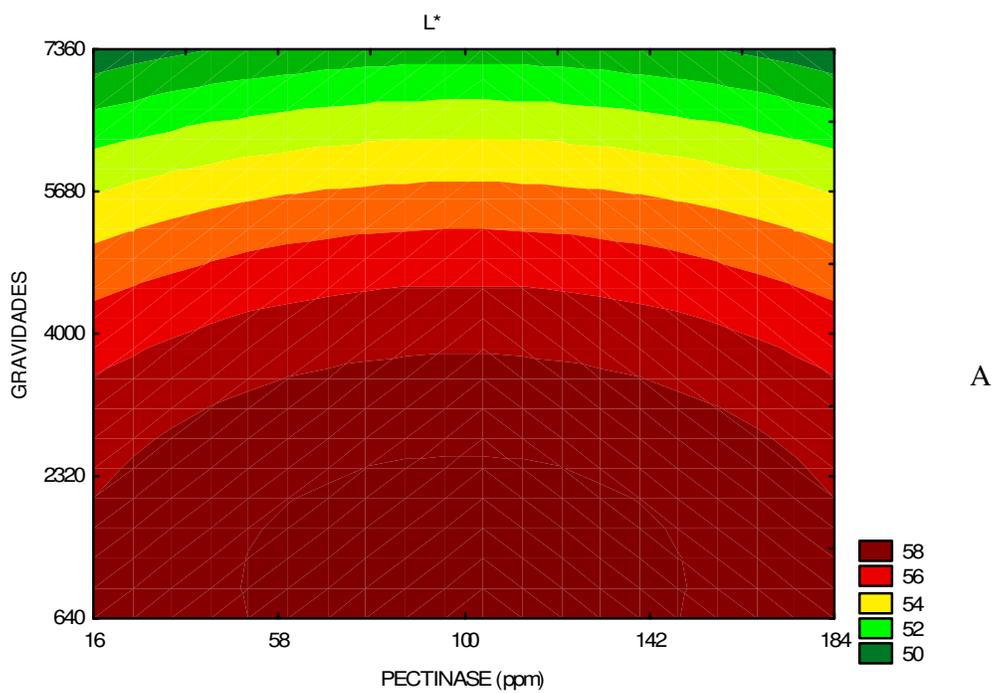
Após retirada dos termos não significativos estatisticamente, foi realizada análise de regressão e de variância (Anexo 3).

O valor de R^2 foi 0,99 e o F calculado da regressão foi bem maior que o tabelado, indicando que o modelo codificado (Equação 5.5) obtido pode ser utilizado para fins preditivos.

$$L^* = 56,74 - 0,45P^2 - 2,33G - 0,79G^2 - 0,28t^2 + 0,44Pxt \quad (\text{Eq. 5.5})$$

As superfícies de contorno são mostradas na Figura 5.5 e nos mostra que valores maiores de gravidade diminuem a Luminosidade (A), ou seja, a polpa fica com tons mais escuros. O aumento no escurecimento da polpa pode ser devido ao aumento de 'polpa precipitada' que se intensificam quando eleva-se a gravidade, aumentando também a quantidade dos pigmentos, isso não é desejável, já que não é desejável que a polpa escureça.

Os maiores valores para luminosidade encontram-se no ponto central da concentração de pectinase empregado e o tempo na centrífuga (C), ou seja, a 'polpa precipitada' de manga torna-se mais clara.



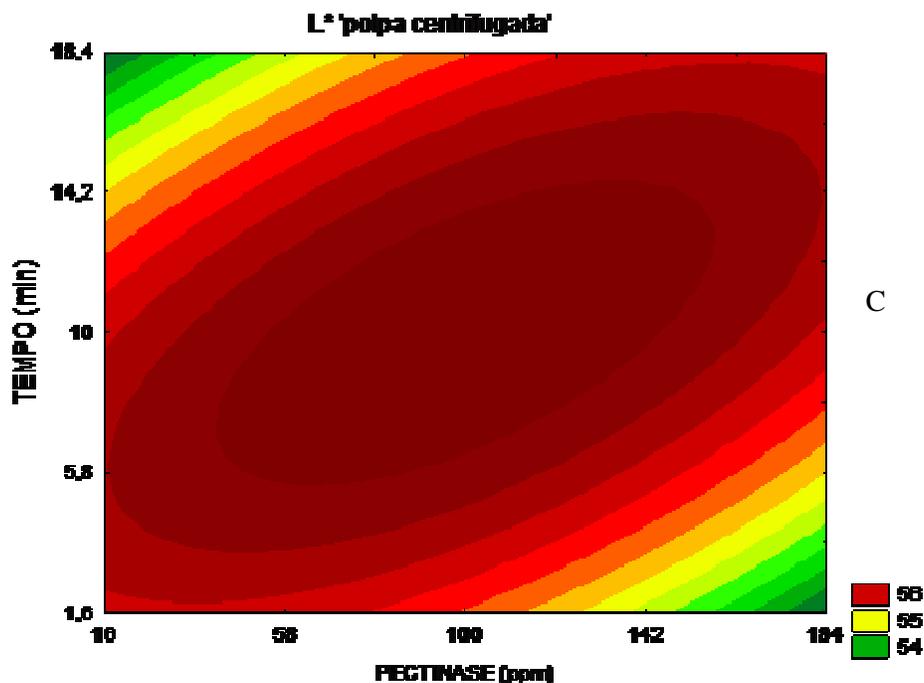


Figura 5.5- Curvas de contorno para Luminosidade na ‘polpa precipitada’, (A) número de gravidade e concentração de pectinase; (B) tempo e número de gravidades; (C) tempo de centrifugação e concentração de pectinase.

CROMA (C*) – O Anexo 2 mostra que o único termo significativo a 95% de confiança para a variável dependente C* (croma), foi o número de gravidades (linear).

Os termos não significativos foram excluídos na análise de regressão, através da mesma foi possível obter o modelo e o valor de R^2 de 0,77, indicando que 77% da variação dos dados podem ser explicados pelo modelo (Equação 5.6).

A análise de variância (Anexo 3) nos proporcionou um F calculado maior que o tabelado, nos dando liberdade para retirar superfícies de resposta e utilizar o modelo para fins preditivos.

$$C^* = 55,72 + 1,90G \quad (\text{Eq. 5.6})$$

A Figura 5.6 nos mostra a curva de contorno obtida. Nota-se que os maiores valores do Croma da ‘polpa precipitada’ de manga encontra-se quando foram aplicados números de gravidade maiores que 4000G, ou seja, quanto maior o número de gravidades mais próximo de 60 foram os resultados, indicando que a ‘polpa precipitada’ adquiriu coloração mais pura e intensa.

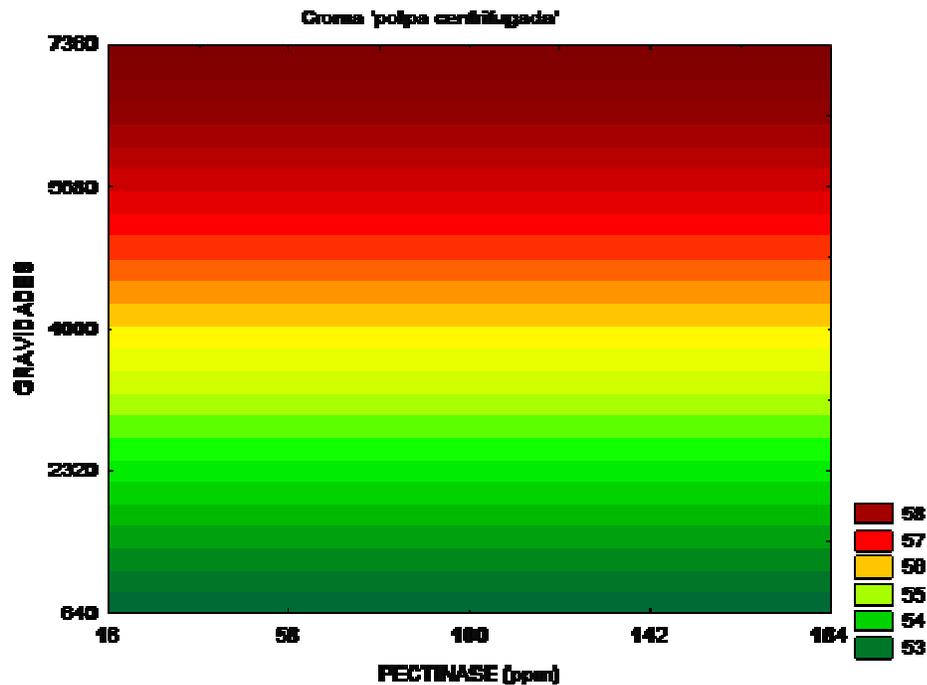


Figura 5.6- Curva de contorno para o Croma na 'polpa precipitada', (número de gravidade e concentração de pectinase)

ÂNGULO HUE (H*) – A análise dos efeitos (Anexo 2) indica que apenas a variável gravidade influenciou na resposta, indicando efeito negativo nesta, ou seja, um aumento na gravidade (L) diminuiu os valores de H*, no nível de 95% de confiança.

A análise da regressão indicou valor de $R^2 = 0,92$ e pela análise de variância (Anexo 3) foi possível obter um F calculado bem maior que o F tabelado, indicando que o modelo obtido (Equação 5.7) é válido.

$$H^* = 75,32 - 1,80G \quad (\text{Eq. 5.7})$$

Conforme a curva de nível da superfície de resposta (Figura 5.7), os maiores valores de H* foram obtidos quando se aplicou gravidades menores que 4000G, com valores de tonalidade abaixo de 76°, indicando que o aumento dessa variável provocou diminuição da tonalidade amarela e aumento da tonalidade alaranjada, pois com a diminuição desses valores há uma tendência a tons vermelhos, isso ocorre devido ao fato do aumento da gravidade provocar um aumento da concentração dos pigmentos presentes na 'polpa precipitada'.

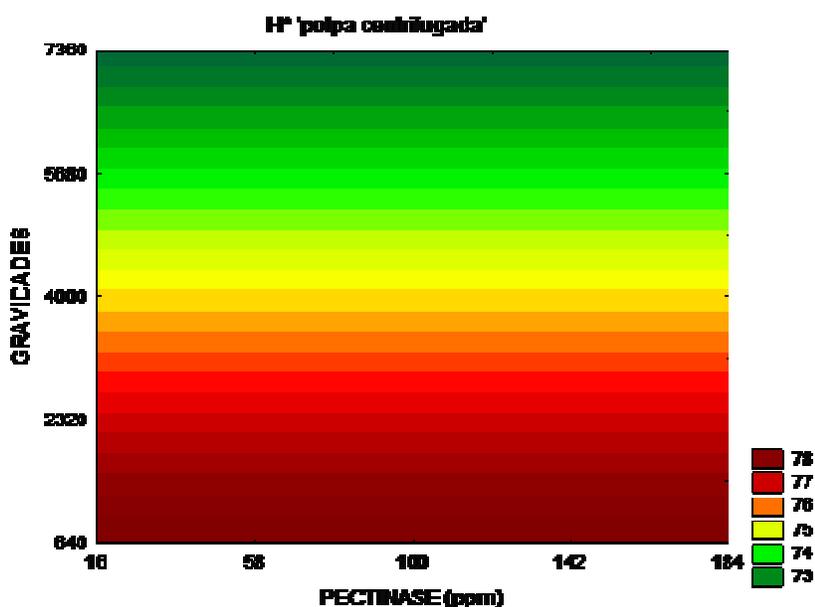


Figura 5.7- Curvas de contorno para ângulo Hue na ‘polpa precipitada’.

5.2.7- Brix, pH , VITAMINA C E PECTINA

Na análise dos resultados obtidos a partir do planejamento experimental, observou-se que os valores ajustados dos modelos linear e quadrático, para as respostas não apresentaram nenhum termo significativo a um intervalo de confiança de 95%, conforme demonstrado no Anexo 4.

Todos os valores de p foram maiores que 0,05. Os modelos apresentaram regressão não significativa, indicando que estes não podem ser usados para descrever as variações destas respostas.

Os resultados experimentais obtidos encontram-se na Tabela 5.3. As ‘polpas centrifugadas’ apresentaram valores de Brix, pH, vitamina C e pectina variando entre 3,67 a 3,76, 22,84 a 41,04 mg/100g, 0,089 a 0,188 mg/g, respectivamente. Nota-se que a variação no ponto central, onde se avalia a repetibilidade do processo, apresenta valores entre de 3,7 a 3,8 para o pH, ou seja, valores muito próximos àqueles obtidos nas outras condições do delineamento.

O teor de pectina diminuiu consideravelmente quando se compara com a polpa de manga integral utilizada, a pectinase degradou a pectina a baixos valores e já que não houve diferença significativa entre os experimentos, indica-se a utilização dessa enzima no ponto mínimo estudado (16ppm).

Tabela 5.3- Valores médios de Brix, pH, carotenóides, vitamina C e pectina obtidos experimentalmente na separação da ‘polpa precipitada’

Ensaio	°Brix		pH		Vit. C (mg/100g)		Pectina (mg/g)	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
1	12,5	0,09	3,8	0	22,84	1,3	0,177	0,09
2	12,6	0,2	3,7	0	30,26	2,39	0,124	0,03
3	12,5	0,2	3,8	0	31,81	1,81	0,153	0,08
4	12,7	0,0	3,7	0	40,7	2,31	0,12	0,04
5	12,9	0,1	3,8	0	25,7	2,36	0,174	0,06
6	12,8	0,1	3,7	0	25,77	2,36	0,125	0,06
7	13	0,2	3,8	0	13,58	0,77	0,156	0,9
8	13,2	0,9	3,7	0	38,02	2,16	0,13	0,3
9	12,3	0,1	3,7	0	34,74	2,45	0,14	0,04
10	13	0,7	3,7	0	25,41	2,33	0,135	0,8
11	12,8	0,0	3,7	0,01	41,04	2,33	0,132	0,9
12	12,4	0,0	3,8	0	36,11	2,05	0,134	0,03
13	12,7	0,0	3,7	0	40,76	2,32	0,188	0,06
14	12,7	0,0	3,7	0	30,27	2,39	0,089	0,02
15 (pc)	13	0,6	3,8	0	24,19	1,52	0,13	0,05
16 (pc)	13	0,4	3,7	0	24,19	1,52	0,1	0,04
17 (pc)	12,9	0,6	3,8	0	22,62	1,29	0,127	0,07

Pc: ponto central

RESULTADOS ‘SUCO CLARIFICADO’

Na Tabela 5.4 são apresentados os valores estatisticamente significativos, obtidos para rendimento de ‘suco clarificado’, coordenadas de cor L*, C*, H* e Turbidez.

Tabela 5.4- Valores de rendimento de ‘suco clarificado’ e as coordenadas de cor L*, C*, H* e Turbidez obtidos experimentalmente na separação do ‘suco clarificado’ de manga.

Ensaio	Rend. 'Suco clarificado' (%)	L*		C*		H*		Turbidez	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
1	61,57	74,57	0,46	3,08	0,03	46,69	0,11	87,07	0,12
2	61,99	74,57	1,36	3,08	0,30	46,69	0,98	97,07	0,51
3	75,42	80,35	0,14	-1,54	0,03	28,85	0,09	99,29	0,34
4	75,57	81,35	1,06	-1,65	0,10	27,48	1,37	99,66	1,97
5	64,10	75,48	1,35	3,21	0,26	43,02	1,64	85,84	0,32
6	64,84	75,43	1,82	3,02	0,54	45,55	1,02	92,10	0,62
7	75,74	82,34	0,00	-1,54	0,00	23,57	0,01	97,66	0,01
8	79,05	83,45	0,57	-1,18	0,16	25,30	0,24	99,67	1,34
9	65,13	77,18	0,79	-0,91	0,11	36,90	0,35	90,14	1,67
10	75,47	77,67	0,08	-0,95	0,04	37,39	0,01	95,16	0,24
11	52,18	53,65	1,37	7,22	0,17	52,07	1,55	77,55	0,16
12	79,97	88,50	1,22	-2,70	0,01	23,39	0,67	99,99	0,16
13	62,52	77,94	0,50	-0,92	0,18	38,97	0,33	86,40	2,08
14	75,19	78,37	2,54	-0,50	0,21	39,36	1,17	90,82	7,84
15 (pc)	70,46	78,32	0,10	-0,28	0,67	31,10	0,13	92,83	2,16
16 (pc)	69,13	77,75	1,01	-0,75	0,16	32,73	0,59	92,53	0,57
17 (pc)	69,97	77,64	1,09	0,03	0,33	30,33	2,12	93,38	1,04

Pc: ponto central

5.2.8- RENDIMENTO DE ‘SUCO CLARIFICADO’

A estimativa dos efeitos das variáveis independentes sobre a resposta rendimento de ‘suco clarificado’(Anexo 5), mostra que apenas as variáveis gravidade (L) e tempo (L) foram estatisticamente significativos (valores em negrito) a 95% de confiança ($p < 0,05$) e que as mesmas apresentaram efeito positivo na resposta, ou seja, seu aumento elevou o rendimento de ‘suco’ clarificado. É notável também a gravidade foi à variável que obteve maior efeito nessa resposta.

Para análise de regressão foram considerados apenas os valores estatisticamente significativos, o coeficiente de correlação (R^2) para o modelo ajustado foi de 0,87, explicando 87% da variabilidade dessa resposta.

Os resultados da análise de variância (ANOVA) e teste F ao nível de 95% de confiança ($p \leq 0,05$) são apresentados no Anexo 6. O modelo ajustado para o Rendimento de 'suco' clarificado apresentou regressão significativa ($p \leq 0,05$) com F calculado maior que o tabelado, sendo assim, foi retirado o modelo (Equação 5.8) e superfície de resposta.

$$\text{Rendimento de 'suco clarificado' (\%)} = 69,31 + 7,33G + 2,23t \quad (\text{Eq. 5.8})$$

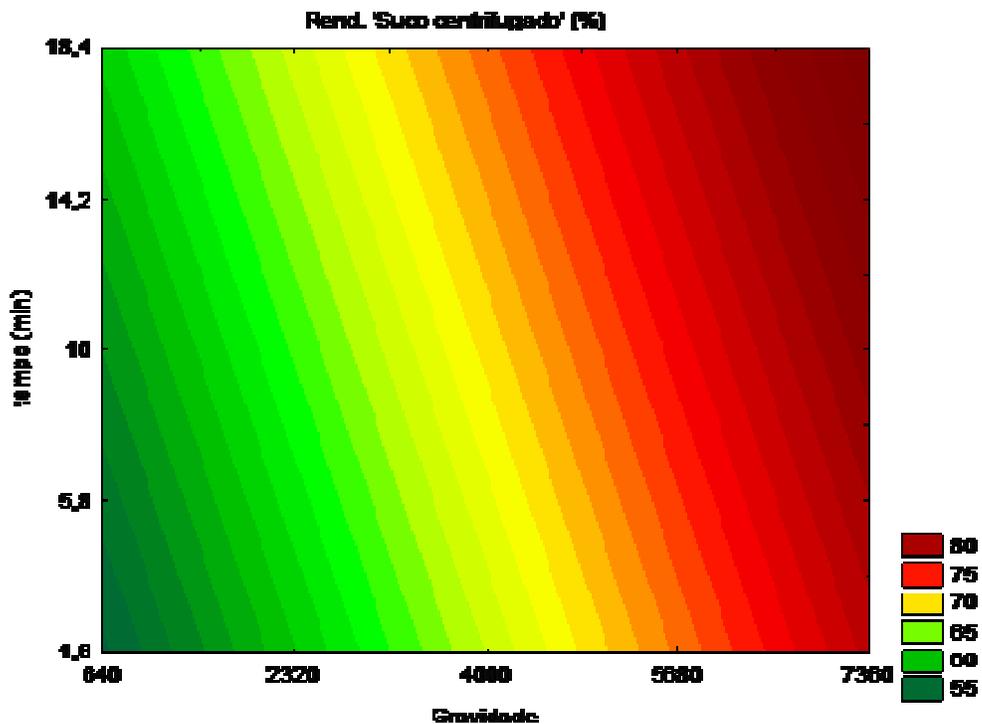


Figura 5.8- Curvas de contorno para Rendimento de 'Suco Clarificado' (número de gravidade e tempo de centrifugação).

Ao observar a curva de contorno da superfície de resposta (Figura 5.8), nota-se que os maiores valores para rendimento de suco clarificado encontram-se quando se utiliza número de gravidades maior que 4000G e tempo de centrifugação maior que 10 minutos.

Quanto maior o rendimento de ‘suco’ clarificado maior o Brix final do concentrado reconstituído, pois ao obter-se uma maior fração desse componente, no momento da reconstituição teremos uma maior fração deste, obtendo-se uma polpa mais concentrada.

5.2.7- COR

Luminosidade (L*)- Na luminosidade nota-se que apenas a gravidade (L) obteve valores estatisticamente significativos a 95%, alto valor de t e valor de p bem menor que 0,05 (Anexo 5), portanto o aumento desta variável apresentou efeito positivo na resposta.

Percebe-se que a gravidade exerceu efeito positivo na resposta, ou seja, seu aumento elevou também os valores de L* indicando que a amostra ficou mais clara. O aumento da gravidade aumenta a quantidade de compostos coloridos carregados pela ‘polpa precipitada’, isso explica o aumento da luminosidade do ‘suco clarificado’, onde é diminuído a quantidade de compostos coloridos.

Os resultados da análise de variância (ANOVA) e teste F ao nível de 95% de confiança (a $p \leq 0,05$) são apresentados no Anexo 6. O modelo obtido apresentou regressão significativa, entretanto o coeficiente de correlação (R^2) para o modelo ajustado foi de 0,68, considerado muito baixo, indicando que a regressão explicou apenas 68% da variação das respostas, assim, optou-se por não retirar o modelo e superfície de resposta.

CROMA (C*)- Analisando a tabela de efeitos das variáveis sobre a resposta (Anexo 5) nota-se que a única variável que obteve valores estatisticamente significativos foi a gravidade (Linear e Quadrática), percebe-se que a variável gravidade (L) foi a que obteve maiores valores para o efeito e que seu aumento teve efeito negativo na resposta, o contrário foi observado para o termo quadrático

Na análise de regressão foi excluído os termos não significativos e através da mesma foi obtido o modelo (Equação 5.9). O modelo ajustado para C* apresentou regressão significativa com F calculado bem maior que o tabelado. O coeficiente de correlação (R^2) para o modelo ajustado foi de 0,97, explicando 97% da variabilidade dessa resposta. No Anexo 6 são apresentados esses dados.

$$C^* = -0,46 - 2,56G + 1,07G^2 \quad (\text{Eq. 5.9})$$

Através da análise da curva de contorno (Figura 5.9), nota-se que valores acima de 2000 Gravidades apresentaram menores valores para a resposta C^* , ou seja, com o aumento da força G , houve uma diminuição da intensidade da cor, fato que foi notado visualmente, pois os compostos coloridos passaram em maior quantidade para a ‘polpa precipitada’ diminuindo esse parâmetro no ‘suco clarificado’, isso é bom, pois menores compostos de cor no suco clarificado significam menor degradação desta pelo calor.

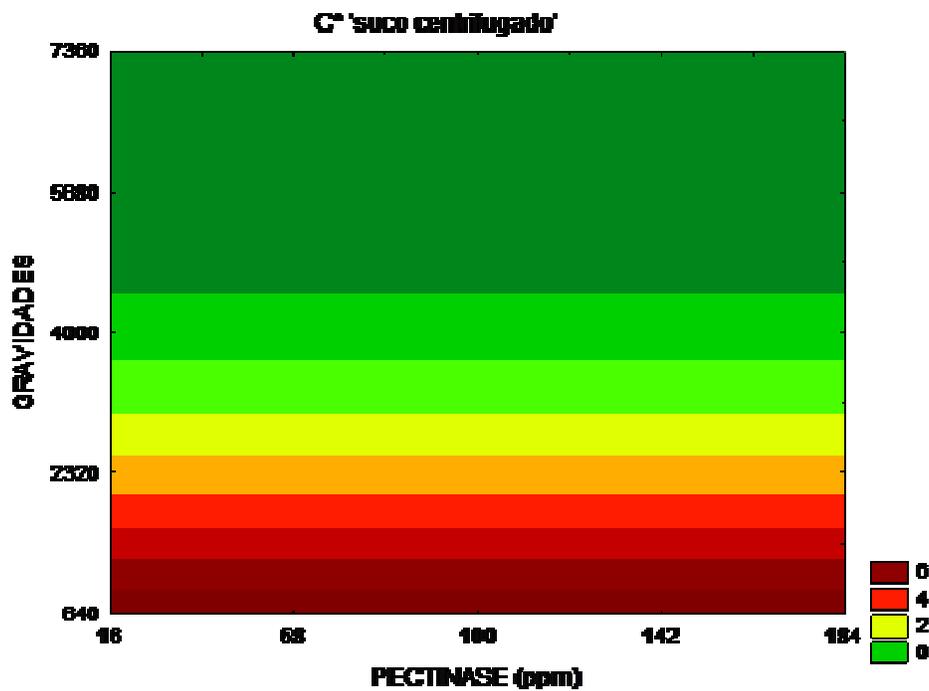


Figura 5.9- Curvas de contorno para o croma do ‘Suco Clarificado’ (número de gravidade e concentração de pectinase)

ÂNGULO DE COR (H*)- Conforme a tabela de efeitos (Anexo 5) foram estatisticamente significativos a 95% de significância a gravidade (termos linear e quadrático) e tempo (termos quadrático). A variável que apresentou maior efeito, valor t e menor p -valor foi a gravidade (L) e a que apresentou menor efeito foi o tempo (G).

Considerando apenas os termos significativos foi realizada a análise de regressão obtendo-se o modelo, o valor de $R^2 = 0,94$, ou seja, a mesma explicou 94% da variabilidade das respostas.

A partir da Análise de Variância (Anexo 6) e teste F, pode-se constatar que o valor de F calculado foi bem maior que o tabelado, indicando que o modelo codificado (Equação 5.10) pode ser utilizado para fins preditivos.

$$H^* = 33,44 - 9,15G + 1,75t^2 \quad (\text{Eq. 5.10})$$

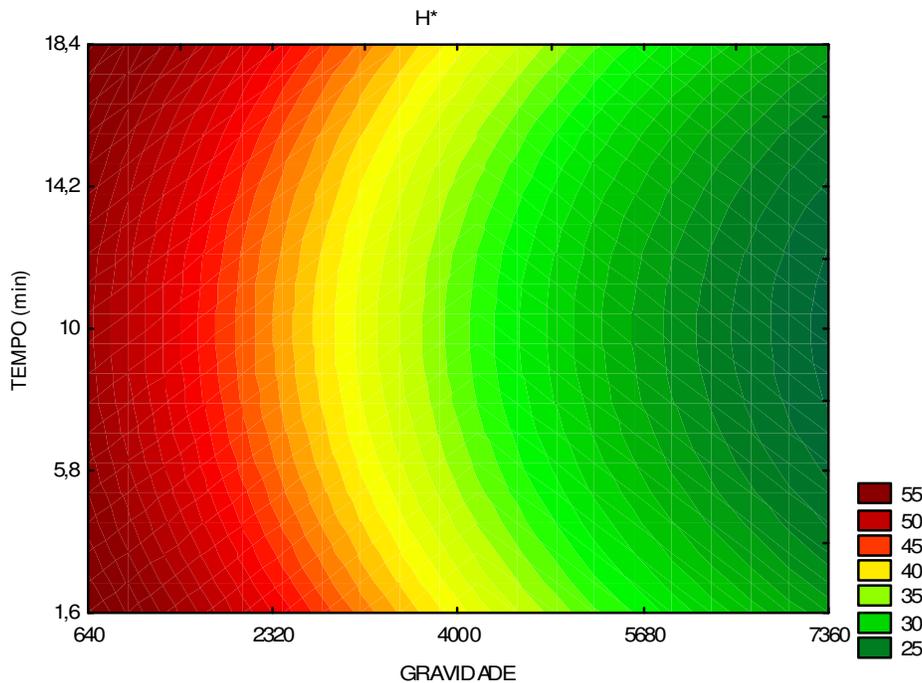


Figura 5.10- Curva de contorno para o ângulo Hue do ‘Suco Clarificado’

Analisando-se as curvas de nível (Figura 5.10), nota-se que acima de 4000 Gravidades foram obtidos menores valores de H*, indicando diminuição na cor amarela do ‘suco clarificado’, isso é interessante, já que essa cor está relacionada com o conteúdo de carotenóides, sendo que menor quantidade deste no ‘suco clarificado’, significa também menor degradação na concentração.

TURBIDEZ – Conforme o anexo 5 apenas a gravidade (L) foi estatisticamente significativa a 95% de confiança para a turbidez.

Com o aumento da gravidade obteve-se maiores valores para turbidez, ou seja, a amostra ficou menos turva, mais transparente, isso ocorreu devido à maior deposição de

partículas no fundo do tubo da centrífuga, obtendo-se um ‘suco clarificado’ mais límpido, fato que facilita a concentração deste.

Após análise da regressão, obteve-se valor de $R^2 = 0,63$, indicando que o modelo explicou apenas 63% da variação dos dados sobre a resposta. Após análise de variância (Anexo 6) e teste F, foi verificado que o F calculado seria maior que o tabelado, porém decidiu-se não retirar o modelo nem superfícies de respostas devido ao baixo valor de R^2 .

5.2.8- BRIX, pH, VITAMINA C, PECTINA, ACIDEZ E SÓLIDOS TOTAIS

Na Tabela 5.5 estão os valores médios e os desvios padrão (DP) obtidos para Brix, pH, vitamina C, pectina, acidez e sólidos totais, após análise dos resultados obtidos a partir do planejamento experimental foi verificado que não houve diferença estatística a 95% de significância em todos os termos lineares quadráticos bem como a interação das variáveis, portanto não foi possível obter um modelo e superfície de resposta.

Os resultados obtidos para Brix variaram entre 12,3 a 12,8 °Brix, 3,70 a 3,77 para pH, 16,6 a 39,22 mg/100g, 0,015 a 0,030 mg/g para pectina, 0,54 a 0,60 % de acidez, 12,5 a 13,6 % de sólidos totais, sendo que seus coeficientes de regressão não apresentaram significância a 95% de confiança, indicando que estes não podem ser usados para descrever as variações dessas respostas, pois apresentaram p-valor $>0,05$, conforme demonstrado no Anexo 7.

É notável também que o ‘suco clarificado’ de manga obteve valores para Brix, pH, vitamina C e acidez bem semelhantes a ‘polpa precipitada’ de manga, e que os valores de sólidos totais bem próximos ao encontrados para o Brix, indicando que a maioria destes sólidos eram constituídos por açúcar, já os valores para pectina foram bem inferiores ao encontrados para ‘polpa precipitada’, isso provavelmente indica que a maior parte dos componentes coloidais foram arrastados para ‘polpa precipitada’ pela força da gravidade.

Tabela 5.5- Valores de brix, pH, vitamina C, pectina, acidez e sólidos totais obtidos experimentalmente na separação do 'suco clarificado'

Ensaio	Brix	DP	pH	DP	Vitamina C		Pectina (mg/g)	DP	Acidez		Sólidos Totais	
					(mg/100g)	DP			(%)	DP	(%)	DP
1	12,6	0,00	3,76	0,00	33,58	1,96	0,025	0,06	0,57	0,01	12,7	0,12
2	12,6	0,06	3,71	0,00	24,35	1,55	0,019	0,02	0,55	0,01	12,63	0,13
3	12,5	0,00	3,75	0,00	13,67	0,78	0,023	0,02	0,55	0,03	12,5	0,11
4	12,5	0,06	3,72	0,00	31,65	1,80	0,019	0,01	0,59	0,00	12,5	0,41
5	12,6	0,06	3,76	0,00	18,05	1,03	0,024	0,00	0,54	0,00	12,6	0,15
6	12,6	0,06	3,7	0,02	39,22	1,74	0,02	0,01	0,59	0,01	12,6	0,12
7	12,7	0,00	3,72	0,00	30,22	1,23	0,023	0,00	0,56	0,00	12,6	0,26
8	13,7	0,00	3,7	0,00	24,48	1,56	0,02	0,01	0,6	0,02	13,6	0,12
9	12,4	0,00	3,73	0,02	16,6	1,37	0,02	0,05	0,56	0,01	12,6	0,17
10	12,8	0,00	3,7	0,00	22,83	1,30	0,017	0,02	0,56	0,02	12,5	0,17
11	12,6	0,06	3,71	0,06	18,13	1,03	0,02	0,03	0,55	0,00	12,6	0,02
12	12,4	0,00	3,76	0,00	27,3	1,55	0,022	0,01	0,56	0,00	12,5	0,34
13	12,3	0,00	3,7	0,00	22,79	1,29	0,021	0,01	0,56	0,00	12,5	0,21
14	12,4	0,06	3,7	0,06	18,3	1,04	0,021	0,01	0,57	0,00	12,5	0,06
15 (pc)	12,7	0,00	3,75	0,02	30,64	1,17	0,02	0,01	0,57	0,00	12,5	0,28
16 (pc)	12,7	0,06	3,71	0,06	30,6	1,39	0,03	0,00	0,57	0,00	12,5	0,29
17 (pc)	12,7	0,06	3,77	0,06	30,6	1,03	0,015	0,00	0,57	0,00	12,55	0,06

Pc: ponto central

5.3- OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO

O processo de separação das frações de manga ('suco clarificado' e polpa precipitada') teve como objetivo obter o maior rendimento em 'suco clarificado', pois seu rendimento influencia no teor de Brix final do produto concentrado, já que o volume de 'polpa precipitada' de manga adicionada na reconstituição do produto é menor.

Para determinação da região com essa característica, maior rendimento de 'suco clarificado', utilizou-se a Figura 5.8. A mesma apresenta os valores de tempo de centrifugação (1,6 a 18,4 minutos) e número de gravidades (640 a 7360 G), os valores de pectinase foram fixados no nível α , já que não houve diferença estatística a 95% de significância para sua utilização, nessa decisão foram consideradas questões econômicas.

Observando-se a Figura 5.11 verifica-se que os maiores valores de rendimento de 'suco clarificado' encontram-se acima de 4000G e 10 min.

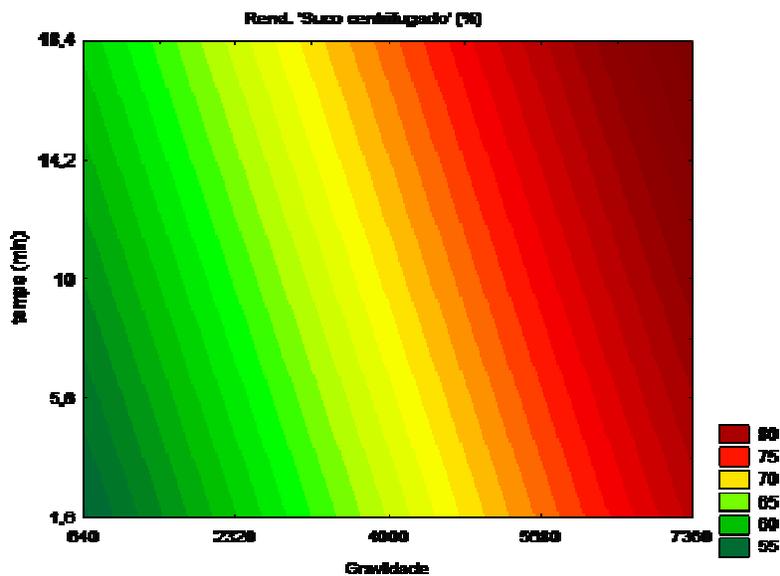


Figura 5.11- Curva de nível para o rendimento de 'suco clarificado'

Foi escolhido o tempo de centrifugação de 15 minutos e número de gravidades 5000G e concentração de pectinase de 16ppm, para obtenção de um rendimento ao redor de 75% de 'suco clarificado', pois acima deste número de gravidade escolhido,

poderia aumentar em demasia o custo com equipamento e energia elétrica, o que não justificaria um rendimento em torno de 5% de 'suco clarificado'.

Após escolha desses parâmetros, foi realizado em triplicata o processamento fixando esses valores. Foi obtido um rendimento de $74,86\% \pm 0,88$. As partes separadas ('suco clarificado' e polpa precipitadas') são demonstradas na Figuras 5.12.

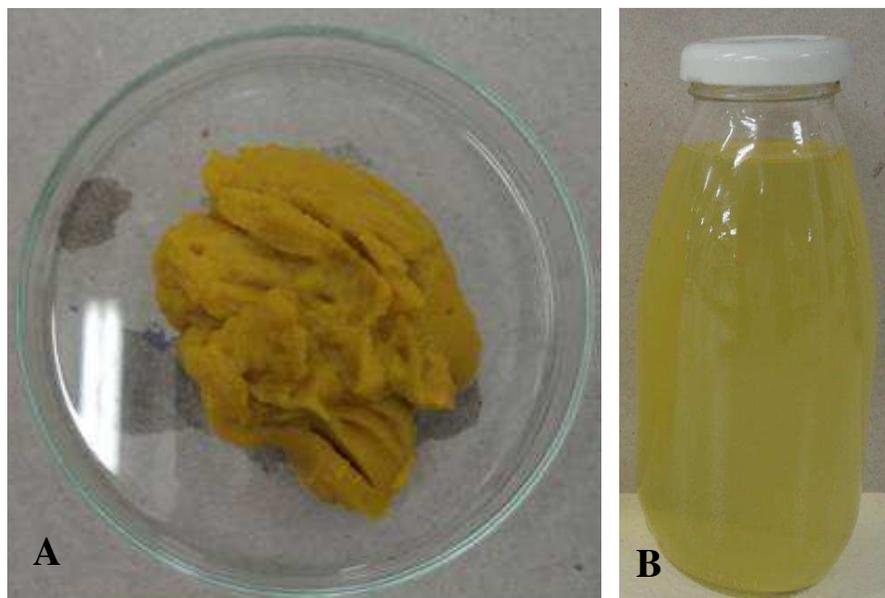


Figura 5.12- 'Polpa precipitada' (a) e suco clarificado (b)', obtidos no ponto ótimo escolhido

Os produtos separados podem também ser utilizados para elaboração de outros produtos como concentrado de carotenóides, balas, purês, etc. para a 'polpa precipitada', e elaboração de refrigerantes e refrescos, para o 'suco clarificado'.

5.3.1- POLPA DE MANGA CONCENTRADA RECONSTITUÍDA

Após definição do ponto escolhido para o processamento, o 'suco clarificado' foi concentrado até 60°Brix.

Não se obteve êxito na concentração da polpa de manga integral no mesmo equipamento utilizado para os demais experimentos, visto que a mesma caramelizou ao

atingir concentração de 21,2° Brix, sendo que as outras determinações não foram realizadas.

Foram elaboradas três formulações, duas de polpa de manga concentrada reconstituída com diferentes teores de ‘polpa precipitada’ e outra apenas de ‘suco clarificado concentrado’ (ver página 32).

As formulações foram estatisticamente diferentes a 95% de significância em relação a todos os parâmetros físico-químicos analisados (Tabela 5.6).

Tabela 5.6- Valores físico-químicos obtidos para as polpas de manga concentrada reconstituída com diferentes teores de ‘polpa precipitada’

	1	2	3
Brix	51,5 b	29,8 c	60,7 a
pH	3,66 b	3,44 c	3,75 a
Sólidos Totais (%)	50,40 b	29,77 c	60,8 a
Proteínas (%)	0,42 a	0,34 c	0,36 b
Acidez (%)	2,17 b	1,34 c	2,67 a
Cinzas (%)	1,72 a	0,69 c	1,45 b
Fibras (%)	0,67 b	4,7 a	0,001 c
Lipídios (%)	0,48 c	0,95 a	0,54 b
Carotenóides (µg /g)	5,68 b	27,7 a	1,34 c
Açúcar total (%)	47,23 c	47,34 b	95,28 a
Açúcar redutor (%)	22,26 b	20,14 c	24,49 a
Açúcar não redutor (%)	24,97 c	27,21 b	70,8 a
L*	41,64 b	34,98 c	48,68 a
C*	35,44 b	38,69a	21,09 c
H*	60,87 c	74,12 a	62,78 b
ΔE^*	19 b	8,26 c	31,26 a

Letras iguais na mesma linha não diferem significativamente entre si a $p \leq 0,05$ (Teste de Tukey).

A amostra 2 recebeu maior conteúdo de ‘polpa precipitada’ e menores quantidades de ‘suco clarificado concentrado’. A ‘polpa precipitada’ apresentou maior quantidade de fibras, carotenóides e provavelmente de lipídios, já que esse tem menos afinidade com a água, por isso essa formulação apresentou maiores valores médios para

estes e menores valores de Brix, pH, sólidos totais, proteínas, cinzas e açúcares redutores, já que recebeu menor conteúdo de ‘suco clarificado concentrado’.

A amostra 3 obteve os menores valores para fibras e carotenóides e maiores para brix, pH, sólidos totais, acidez e açúcares (totais, redutores e não redutores).

Observando o valor de L^* , nota-se que a amostra 3 foi menos escura que as demais, apresentado maiores valores para esse parâmetro. Em relação aos valores obtidos para C^* e H^* , observam-se maiores valores para amostra 2, ou seja, a mesma apresentou uma coloração mais saturada e tonalidade mais alaranjada que as demais, provavelmente devido à maior concentração de carotenóides nessa amostra, o que pode ser interessante já que esse constituinte possui propriedade antioxidante e melhor apelo sensorial devido a sua coloração.

Em relação à diferença total de cor (ΔE^*), nota-se que a amostra que mais se distanciou da cor obtida para polpa integral de manga utilizada nesse experimento foi à amostra 3, provavelmente devido ao fato de não possuir em sua constituição ‘polpa precipitada’, conseqüentemente pequena quantidade de carotenóides.

5.3.2- REOLOGIA DA POLPA DE MANGA CONCENTRADA RECONSTITUÍDA

É notável que o aumento da temperatura, a viscosidade das amostras foi reduzida, sendo que todas elas apresentaram comportamento de fluido não Newtoniano ($n < 1$), com características pseudoplásticas (Tabela 5.7). Resultados similares foram encontrados por VIDAL et al. (2004) para polpa de manga integral e polpa de manga centrifugada e AZOUBEL et al. (2004) em estudos com polpa de caju em diferentes concentrações.

Tabela 5.7- Parâmetros do modelo de Herschel-Bulkley para as polpas de manga concentrada reconstituída

Concentrado	Temperatura		τ_0 (Pascal)		K (Pa.s ⁿ)		n		R ²
	(°C)								
		Média	DP	Média	DP	Média	DP		
1	25	20,02	1,04	0,85	0,28	0,69	0,01	0,9939	
	60	18,70	1,82	0,55	0,26	0,56	0,06	0,9864	
2	25	15,20	0,51	1,44	0,28	0,61	0,03	0,9805	
	60	12,72	0,84	1,38	0,35	0,52	0,04	0,9973	
3	25	0,52	1,03	4,41	0,83	0,97	0,01	0,9996	
	60	0,01	0,09	0,75	0,28	0,94	0,02	0,9998	

Pode ser verificado também que a viscosidade aumentou com o aumento da concentração de sólidos solúveis (°Brix). Segundo CONSTENLA et al. (1989) quando mais solutos (como o açúcar) estão dissolvidos em solução, a viscosidade aumenta devido ao aumento da ligação do hidrogênio com grupos hidroxilas e a distorção no perfil de velocidade do líquido pelas moléculas hidratadas do soluto.

5.3.3- CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS NÉCTARES

A partir desses concentrados de manga, foram elaborados três néctares (A, B e C) utilizados na análise sensorial. Os mesmos apresentaram acidez titulável de 0,48; 0,30; e 0,59 %, pH 3,65, 3,43 e 3,74, respectivamente, e 14°Brix.

Conforme a legislação para néctar de manga (BRASIL, 2003) os mesmos devem apresentar valores mínimos de 10° Brix e acidez 0,20 g de ácido cítrico/100g. Conclui-se, portanto, que os néctares estavam dentro dos padrões exigidos de qualidade para consumo. ’

5.4- ANÁLISE SENSORIAL

As Figuras 5.13, 5.14, 5.15, 5.16 e 5.17, mostram a distribuição das notas recebidas por cada uma dos néctares preparados (item 4.6) para os atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão global, percebe-se que a maioria das notas recebidas para cada um dos atributos das amostras A e B situam-se na região indicativa de aprovação dos produtos (valores iguais ou superiores a 5), convergindo para o lado direito do histograma.

Para amostra C, observou-se comportamento inverso no que diz respeito aos atributos aparência, textura e impressão global, o que caracteriza a menor aceitação pelos provadores.

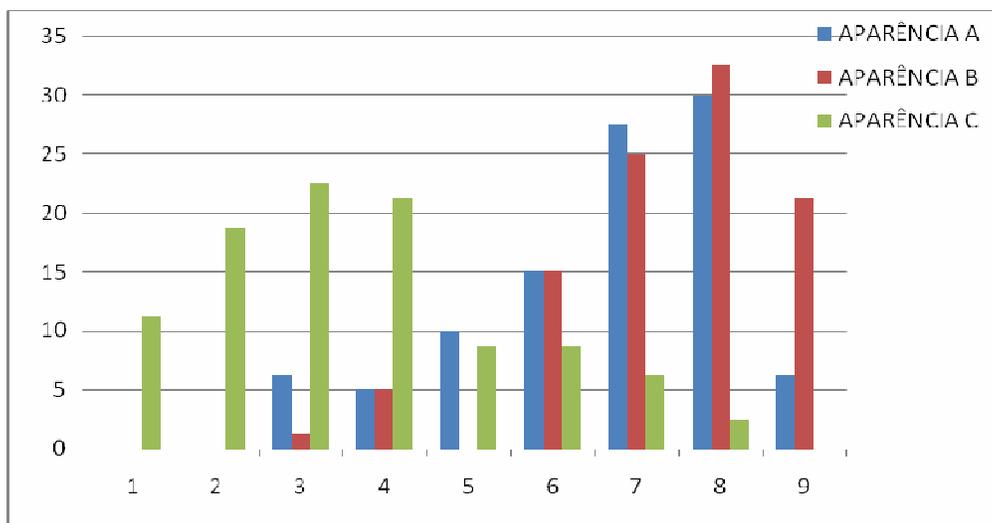


Figura 5.13 – Histogramas de frequência dos valores obtidos pelo atributo aparência das amostras do néctar obtido a partir de polpa concentrada reconstituída de manga.

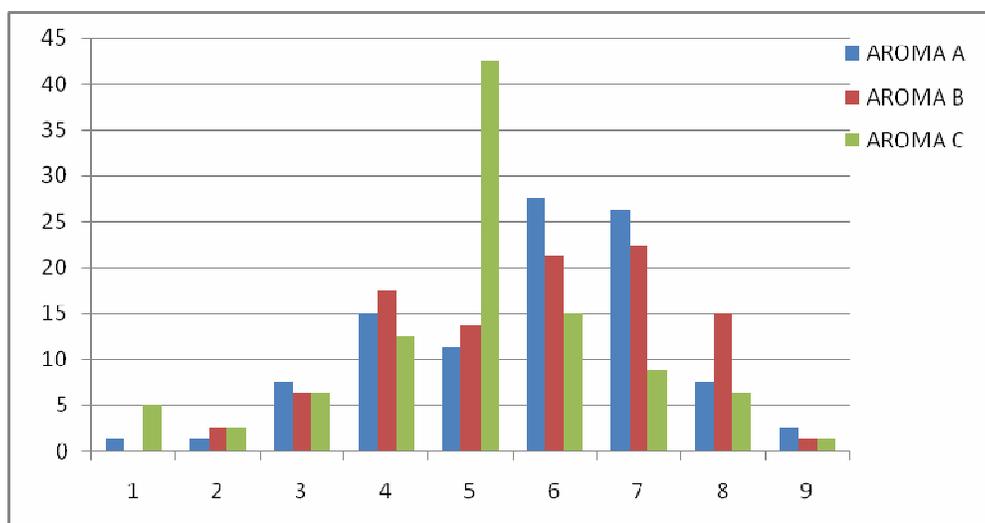


Figura 5.14 – Histogramas de frequência dos valores obtidos pelo atributo aroma das amostras do néctar obtido a partir de polpa concentrada reconstituída de manga.

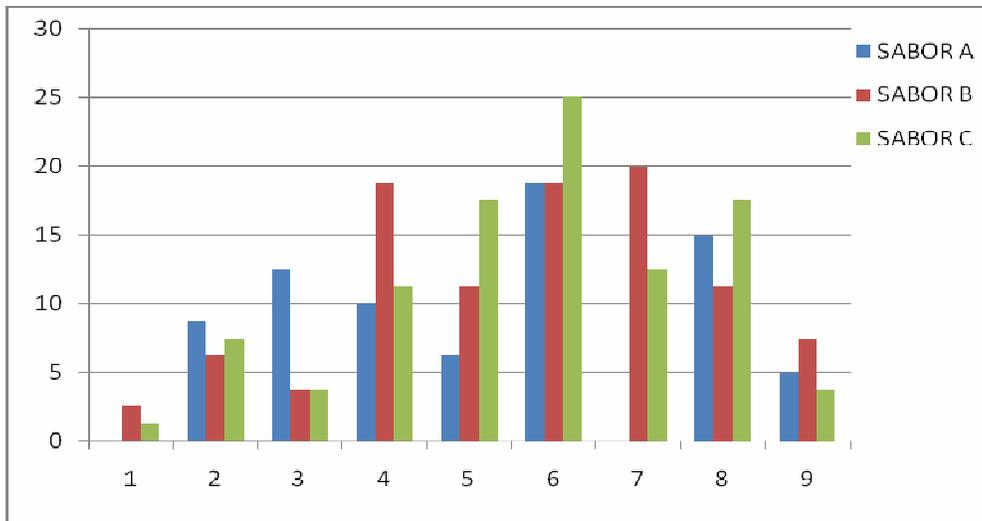


Figura 5.15 – Histogramas de frequência dos valores obtidos pelo atributo sabor das amostras do néctar obtido a partir de polpa concentrada reconstituída de manga.

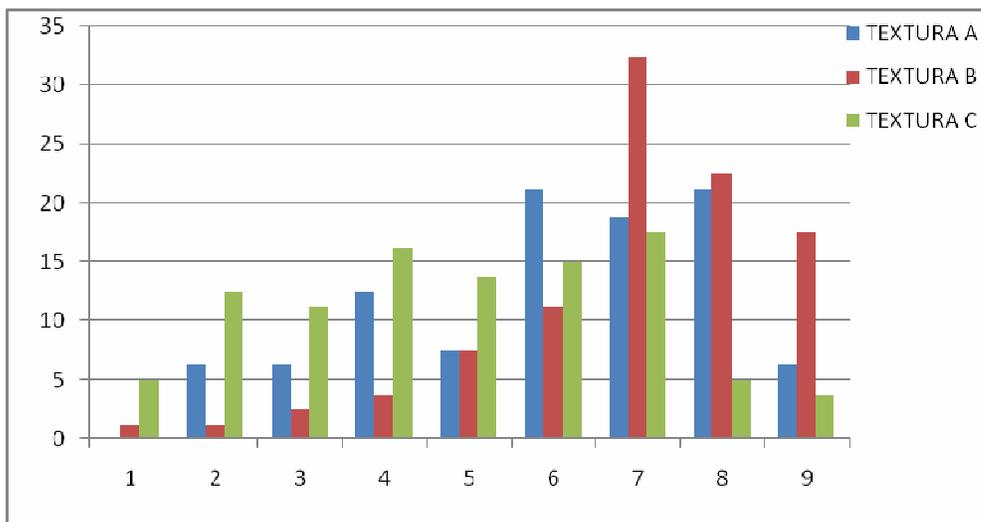


Figura 5.16– Histogramas de frequência dos valores obtidos pelo atributo textura das amostras do néctar obtido a partir de polpa concentrada reconstituída de manga.

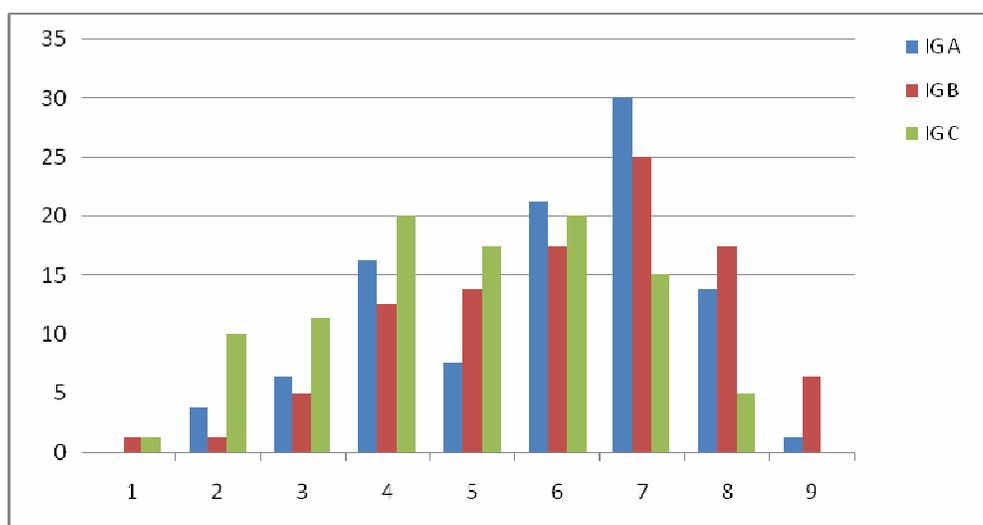


Figura 5.17 – Histogramas de frequência dos valores obtidos pelo atributo impressão global das amostras do néctar obtido a partir de polpa concentrada reconstituída de manga.

De uma maneira geral, o néctar B (maior teor de ‘polpa precipitada’) apresentou as maiores médias (Tabela 5.8), situando-se na escala hedônica nas categorias “nem gostei nem desgostei” e “gostei moderadamente”. A amostra C (sem adição de ‘polpa precipitada’) obteve as menores médias, situando-se nas categorias “desgostei ligeiramente” e “nem gostei nem desgostei”.

Tabela 5.8- Aceitação média dos atributos aparência, aroma, sabor, textura, e impressão global dos néctares de manga obtidos da polpa de manga concentrada reconstituída, utilizando diferentes quantidades de ‘polpa precipitada’ de manga

Amostra	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global
A	6,68b	5,74a	5,70a	6,04b	5,88a
B	7,40a	5,79a	5,68a	6,96a	6,14a
C	3,61c	5,04b	5,71a	4,84c	4,88b

Os valores correspondem à média das notas de 80 provadores.

Letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente entre si a $p \leq 0,05$ (Teste de Tukey).

A = 20% de polpa concentrada reconstituída de manga;

B= 30% polpa concentrada reconstituída de manga;

C= 17% do ‘suco’ concentrado.

As amostras de néctar de manga não diferiram entre si ao nível de 5% de significância no que diz respeito ao sabor, em relação aos atributos textura e aparência todas apresentaram diferença estatística e as amostras A e B foram iguais ns atributos aroma e impressão global.

A Figura 5.18 apresenta o histograma de intenção de compra de cada uma das amostras de néctar de manga. Os valores compreende uma escala de 1 a 5 que corresponde as respostas entre certamente não compraria e certamente compraria, respectivamente).

As amostras A e B obtiveram os melhores índices de intensão de compra por parte dos provadores. A amostra C provocou uma atitude de compra menos positiva, apresentado a menor possibilidade de compra. Alguns provadores emitiram comentários sobre o néctar C, afirmando que o mesmo apresentou sabor e coloração demasiadamente fracos, sendo que sua aparência não possuía características de manga.

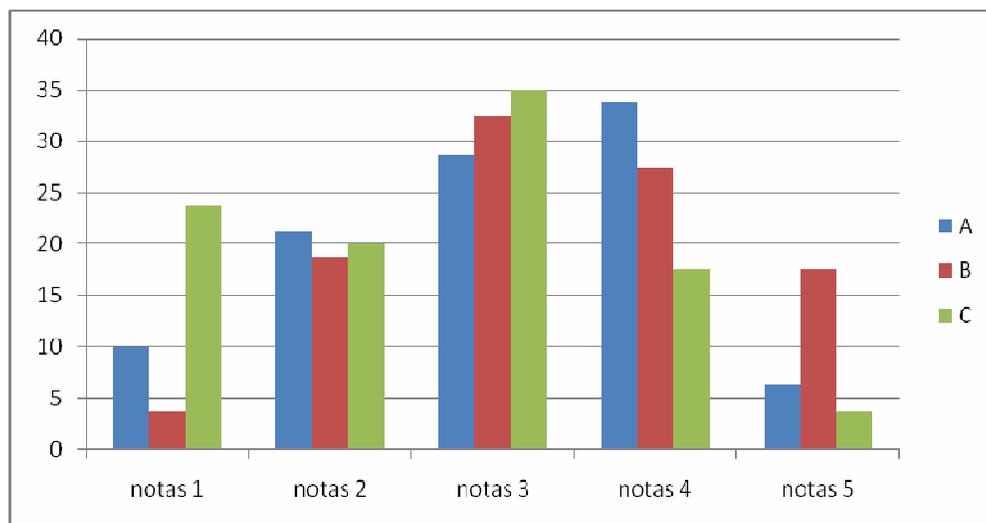


Figura 5.18- Histograma de intenção de compra

Através da análise sensorial, foi possível perceber o potencial do mercado para comercialização de néctar obtidos a partir da polpa de manga concentrada reconstituída, sendo a amostra com maior percentual desta a que apresentou as melhores notas em todos os atributos analisados.

5.5- ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Os resultados da análise microbiológica dos néctares foram satisfatórios, indicando que o mesmo poderia ser utilizado para análise sensorial. Os valores encontrados (Tabela 5.9), e indicam que os mesmos estavam dentro da legislação federal vigente (BRASIL, 2001), que estabelece padrões sanitários para sucos, refrescos, refrigerantes e outras bebidas não alcoólicas, não foi realizada análise de coliformes e salmonella, devido ao fato da análise sensorial ter sido realizada no dia posterior ao processamento e as amostras terem sido mantidas sob refrigeração e possuírem elevada acidez.

Tabela 5.9- Resultados microbiológicos para os néctares A, B e C

	Contagem total de Fungos (UFC/mL)	Contagem de Bactérias (UFC/mL)
Néctar A	20	30
Néctar B	40	50
Néctar C	15	10

A qualidade microbiológica dos produtos indicam que as condições higiênico-sanitárias de processamento foram satisfatórias e que o tratamento térmico realizado (pasteurização), baixo pH e refrigeração foram eficientes para a conservação dos produtos até o momento da análise sensorial.

6- CONCLUSÕES

- O processo de separação da polpa integral de manga foi influenciado principalmente pelo número de gravidades e tempos de permanência na centrífuga, sendo o número de gravidades a variável mais significativa;
- O emprego de gravidades acima de 4000G produziu os maiores valores para umidade, teor de fibras e acidez e menores para rendimento de ‘polpa precipitada’;
- As variáveis independentes estudadas, não apresentaram efeitos significativos a 95% de significância sobre as respostas, brix, pH, pectina e vitamina C, para ‘polpa precipitada’;
- O aumento do número de gravidades e tempo de centrifugação ocasionou um aumento no rendimento de ‘suco clarificado’;
- A melhor condição para separação das frações da polpa de manga integral escolhida foi tempo de centrifugação de 15 minutos, número de gravidades 5000G e concentração de pectinase de 16ppm, para obtenção de um rendimento ao redor de 75% de ‘suco clarificado’
- A polpa de manga integral, quando concentrada no evaporador utilizado, caramelizou a 21,2°Brix;
- Foi possível atingir concentrações de 29,8°Brix, para polpa de manga concentrada reconstituída para amostra com teores proporcionais de polpa, esta obteve melhores resultados para os teores de carotenóides, fibras e menor diferença de cor em relação à polpa de manga integral utilizada;
- Nas concentrações estudadas para polpa de manga concentrada reconstituída houve diferença significativa nas análises físico-químicas e todas apresentaram comportamento pseudoplástico;
- A tecnologia proposta mostrou-se eficiente na concentração de fluidos viscosos, visto que foi possível obter baixa degradação do produto e bons índices de concentração em um evaporador simples.
- O néctar com 0% de ‘polpa precipitada’ apresentou as piores notas nos atributos aparência, aroma, textura e impressão global;

7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIR. **Associação de Indústrias de Refrigerantes e bebidas não-alcoólicas**. São Paulo: Dados do Mercado, 2007.

ADORNO, R.A.P.. **Reologia de sucos tropicais: manga, maracujá, mamão e goiaba**. Dissertação de mestrado, Unicam, 1997.

AHMED, J.; RAMASWAMY, H. S.; HIREMATH, N. The effect of high pressure treatment on rheological characteristics and colour of mango pulp. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 40, p. 885-895, 2005.

ALMEIDA, C. O.; SILVA SOUZA, J. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. **Manga: Tendências de Mercado**. Disponível em: <<http://www.embrapa.br>>. Acessado: 20 de dezembro de 2010.

ANTONIO, G. C. **Avaliação do Efeito dos Pré-Tratamentos de Desidratação osmótica e Secagem HTST na Obtenção de Snacks de Batata Doce (Ipomoea Batatas Lam)**. Campinas, 2006. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos – Universidade estadual de Campinas.

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA - AGRIANUAL. São Paulo: Agra FNP Pesquisas Ltda, 2008.

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA - AGRIANUAL. São Paulo: Agra FNP Pesquisas Ltda, 2009.

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA - AGRIANUAL. São Paulo: Agra FNP Pesquisas Ltda, 2010.

ARAÚJO, J. L. P. Mercado Interno. In: Embrapa Semi – Árido. **Agência de Informação Embrapa: manga**. Brasília, DF: Embrapa, 2007. Disponível em: <http://www.embrapa.br/agencia>. Acesso em: 10 fev. 2008.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical chemists**. 14. ed. Washington, 1984.1141 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 16 ed. Washington, DC, EUA, 1997.

AZOUBEL, P. M. Influência de pré-tratamentos na obtenção de produtos secos do caju (*anacardium occidentale L.*). Campinas, 2002. 136p. **Tese (Doutor em Engenharia de Alimentos)**. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas.

AZOUBEL, P. M.; CIPRIANI, D. C.; BARBOSA JÚNIOR, J. L.; RIBEIRO, S. da C. A.; ANTONIO, G. C.; MURR, F. E. X. **Estudo reológico de polpa de caju em diferentes concentrações**. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 19., 2004, Recife. [Anais...]. Recife: SBCTA, 2004.

BARROS NETO, B. de; SCARMÍNIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Planejamento e Otimização de Experimentos**. Campinas, Editora da UNICAMP, 299p., 2003.

BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. Fatores que condicionam a estabilidade de alimentos. In: BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. Fundamentos de tecnologia de alimentos. São Paulo: Atheneu, 1998. v. 3, cap. 2, p. 13-25.

BHATTACHARYA, S.; RASTOGI, N. K. Rheological properties of enzyme-treated mango pulp. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 36, p. 249-262, 1999.

BENASSI, M.T. **Análise dos efeitos de diferentes parâmetros na estabilidade de vitamina C em vegetais processados**. 1990. 159p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos / UNICAMP, Campinas, 1990.

BERNARDES-SILVA, A.P.F.; LAJOLO, F.M.; CORDENUNSI, B.R. Evolução dos teores de amido e açúcares solúveis durante o desenvolvimento e amadurecimento de diferentes cultivares de manga. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23(supl), p. 116-120, 2003.

BLANCK, R. G. & EYKAMP, W. Fruit Juice Ultrafiltration. **AIChE Symposium Series** v.82 (250), p. 59-64, 1986

BLEINROTH, E. W. Matéria prima. In: ITAL. **Manga**: da cultura ao processamento e comercialização. Campinas, 1981. cap. 2 , p.243-292.

BLIGH, E.G.; DYER, W.J., *C. J. Biochem. Physiol*, 1959.

BLUMENKRANTZ, N.; ASBOE-HANSEN, G. New method for quantitative determination of uronic acids. **Analytical Biochemistry**, New York, v.54, p.484-9, 1973.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à Química de Alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 2. ed., 1992.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO.. **Química do Processamento de Alimentos**. 3a. ed. Revista e Ampliada. 143 p. (2001).

BOX, G. E. P.; HUNTER, W. G.; HUNTER, J. S. **Statistics for experimenters**. An introduction designs, data analysis and model building. Nova York: Wiley, 1978.

BOX, G.E.P.; WETZ, J. **Criteria for judging adequacy of estimation by an approximate response function**. University of Wisconsin Technical Report, n.9, 1973.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) - Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. **Dispõem sobre os princípios gerais para o estabelecimento de critérios e padrões microbiológicos para alimentos**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acesso em: 02 jan. 2011.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) - Ministério da Saúde. Instrução Normativa nº 12, de 04 de Setembro de 2003. **Dispõe sobre o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade de Néctares**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acesso em: 02 jan. 2011.

BRUNINI, M. A.; DURIGAN, J. F.; OLIVEIRA, A. L. Avaliação das alterações em polpa de manga Tommy-Atkins congeladas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p.651- 653, 2002.

CARDELLO, H.M.A.B.; CARDELLO, L. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangífera indica* L.) Var. Haden, durante o **FAO Statistical Data Bases**. Disponível em: [www.http://faostat.fao.org/faostat](http://faostat.fao.org/faostat). Acesso em: 07 de jun.2008 .

CASTRO PUERTA, L.. **Avaliação dos processos de concentração: do suco integral do soro de tomate separado por centrifugação e posterior recombinação**. Dissertação de mestrado. Unicamp, 1992.

CHIUMARELLI, M. **Avaliação da vida útil de manga (*Mangifera indica* cv ‘Tommy Atkins’) minimamente processada pré-tratada com ácido cítrico e coberturas comestíveis**. Dissertação de mestrado. Unicamp, 2008.

CIANCI, F. C., SILVA, F. S. M., CABRAL, L. M. C., MATTA, V. M.. **Clarificação e concentração de suco de caju por processos com membranas** *Ciência & Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 25(3): 579-583, jul.-set. 2005.

CONSTENLA, D.T.; LOZANO, J.E.; CAPRISTE, G.H. Thermophysical properties clarified apple juice as a function of concentration and temperature. **Journal of Food Science**, v.54, n.3, p.663-668, 1989.

COULTATE, T.P. **Alimentos : a química de seus componentes**. 3ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004.

COSTA, J. G da; SANTOS, C. A. F. Cultivares. In: Embrapa Semi – Árido. **Agência de Informação Embrapa: manga**. Brasília, DF: Embrapa, 2007. Disponível em: <http://www.embrapa.br/agencia>. Acesso em: 10 maio. 2009.

CUNHA, G. A. P. C.; SAMPAIO, J. M. M.; NASCIMENTO, A. S.; SANTOS FILHO, H. P.; MEDINA, V. M. **Manga para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994. 35p. (Série Publicações técnicas FRUPEX).

FELLOWS, P.J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos – Princípios e Prática**. Editora Artmed S.A. 2006. 602 p. ISBN 85-363-0652-1

FENNEMA, O. R., DAMODARAN, S., PARKIN, K. L.. **Química de Alimentos**. Edição 4.ARTMED, 2010.

FERREIRA, V. L. P. 1991. *Colorimetria em alimentos*. Instituto de Tecnologia de Alimentos. Campinas, 43 p.

FLORIBETH, V.; LASTRETO, C.; COOKE, R.D. A study of the production of clarified banana juice using pectinolytic enzymes. **Journal Food Technology**, v. 16, p 115-125, 1981.

FOUST, A.S. et al. **Princípios das operações unitárias**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1982. 670p.

FRANCIS, F.J.; CLYDESDALE, F.M. **Food colorimetry: theory and applications**. Westport: Avi Publishing, 1975. 477p.

FRANCIS, F. J. **Wiley encyclopedia of food science and technology**, 2. ed., EUA: John Wiley & Sons, 1999.

GARCIA, R.; RIVERA, J.; ROLZ, C. Rheological properties of some tropical fruit products and their enzymic clarification., 1974. **Congress Food Science and Technology**

GARDNER, P.T. et al. The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices. **Food chemistry**, v.68, p. 471-474, 2000.

GEANKOPLIS, C. J. **Transport process and separation process principles (Include unit operations)**, 4. ed., EUA: Pearson Education, 2003.

GEHRKE, T. **Rheometry of fruit juices**. Master thesis, 103 pp. School of Food Engineering/UNICAMP, Campinas (S.P.), Brazil (1996).

GUNJAL, B. B.; WAGHMARE, N. J.. Flow Characteristics of Pulp, Juice and Nectar of “Baneshan” and “Neelum” Mangoes. *F. of Food Science and Technology*, 1987.

HAMINIUK, C.W.I., SIERAKOUSKI, M. R., VIDAL, J. R. M. B., MASSON, M. L., **Influence of temperature on the rheological behavior of whole araçá' pulp (psidium cattleianum sabine)**. LWT, 2005.

HOLDSWORTH, S.D. Aplicability of rheological models to interpretation of flow and processing behavior of fluid products. **J.Texture Studies**, 1971.

HOLDSWORTH, S.D. **Rheological models used for the prediction of the flow properties of foods products: a literature review**. Trans. I. Chem, 1993.

JANSER, E. Enzyme applications for tropical fruits and citrus. **Fruit Processing**, v. 7, n. 10, oct. 1997.

HUNTER, R. S.; HAROLD, R. W. **The measurement of appearance**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1981.

HUNTERLAB. **Applications note: CIE L* a* b* color scale**. Virginia, 1996. v. 8, n. 7.

JIMÉNEZ, A.; GUTIÉRREZ, G. Color. In: Alvarado, J. D.; Aguilera, J. M. **Métodos para medir propiedades físicas em industrias de alimentos**. Zaragoza: Editorial Acribia S.A., 2001. p. 325-346.

JIMÉNEZ, G.; DURÁN, L. Propriedades reológicas de produtos derivados de frutas e de tomate. Revisão bibliográfica. Revista Agroquímica. Tecnologia Alimentos, 1979.

JOSLYN, M. A. **Methods in food analysis (physical, chemical and instrumental methods of analysis)**. Nova Iorque e Londres: Academic Press, 1970.

KASHYAP, D. R. et al. Applications of pectinases in the commercial setor: a review. **Bioresource Technology**, v. 77, n.2, p. 215-227, 2001.

KILARA, A. Enzymes and their uses in the processed apple industry: a review. **Process Biochemistry**, v. 17, v. 4, p. 35-41, 1982.

KUROZAWA, L. E.. **Efeito das Condições de Processo na Cinética de Secagem de Cogumelo (*Agaricus blazei*)**. Dissertação de mestrado, FEA/UNICAMP, 2005. Campinas, SP, Brasil.

LANE, J. H.; EYNON, L. Determination of reducing sugars by Fehling's solution with methylene blue indicator, **Norman Rodge, London**, 8p., 1934.

LAWLESS, H.T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food: principles and practices**. New York: Chapman & Hall, 1998. 827p

LEWIS, M. J.; HEPPEL, N. **Continuous thermal processing of foods: pasteurization and UHT sterilization**. Gaithersburg, Maryland: Aspen Publishers, Inc. 2000, 447p.

LOPES, P. R. C.; HAJI, F. N. P.; MOREIRA, A. N.; MATTOS, M. A. de A. **Normas Técnicas e Documentos de Acompanhamento da Produção Integrada de Manga**. Petrolina, PE: Embrapa Semi-árido, 2003 74p.: il; 21cm. – (Embrapa Semi-Árido. Documento; 183).

LUCENA, Eliseu Marlônio Pereira de. **Desenvolvimento e maturidade fisiológica de manga ‘Tommy Atkins’ no Vale do São Francisco**. Tese de Doutorado. UFC, 2006.

MAHLER, J. L. Enzyme characteristics and why they are used in juice production. **Fruit Processing**, v. 7, n. 10, oct. 1997.

MALDONADO-ROBLEDO, G. et al. Production of tobacco aroma from lutein. Specific role of the microorganisms involved in the process. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 62, n. 5-6, p. 484-488, 2003.

MAY, C. D. Pectins. In: IMENSON, A. **Thickening and gelling agents for food**. Cap. 11. 2 ed. London: Blackie Academic & Professional. p.230-260. 1997. McCREADY, P. M.; McCOMB, E. A. Extraction and determination of total pectin materials. **Analytical Chemistry**, Washington, v.24, n.12, p.1586-8, 1952.

MANNHEIM, C. H., PASSY, N.. **Advances in preconcentration and dehydration of foods**. A. Spicer, London, 1974.

McCREADY, R. M.; McCOMB, E. A. Extraction and determination of total pectic materials in fruit. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 24, n. 12, p. 1586-1588, Dec. 1952.

MIZRAHI, S.; BERK, Z.. Flow behavior of concentrated Orange juice. *J. Texture Studies*, p 342-355, 1970.

MORETTI, R. H; HINOJOSA, R. L., PEZOA, N. H.. **Aproveitamento industrial do mamão. Anais do 1º simpósio brasileiro sobre a cultura do mamoeiro.** F.C.A.V. Jaboticabal. Livrocere LTDA. Piracicaba, 1980.

MORRIS, V. J. **Gelation of polysaccharides.** IN: MITCHELL, J. R.; LEDWARD, D. A. *Functional Properties of Food Macromolecules.* London, Elsevier Applied Science, Ch. 3, p. 121-127, 1986.

NAGY, S., CHEN, C. S., SHAW, P.E.. **Fruit Juice processing technology.** Auburndale, FL: Agscience, 1993.

NAIDU, G.S.N., PANDA, T. **Performance of pectinolytic enzymes during hydrolysis of pectic substances under assay conditions: a statistical approach.** *Enzyme Microbial Technology*, 25: 116-124, 1999.)

NEPA – NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTOS. **Tabela brasileira de composição de alimentos.** Campinas: Fórmula Editora, 2006. Versão 2, 113p.

NOVO NORDISK. **A ação das enzimas.** Novo Nordisk A/S. Bagsvaerd, 1995.

OLLE, D. A.; BARON, Y.; LOZANO, J.M. Enzymatic degradation of cell wall polysaccharides from mango (*Mangifera indica* L.) puree. **J. Agric. Food Chem.**, 48: 2713-2716, 2000.

OLSON, J.A. Carotenoids and human health. **Archivos latinoamericanos de nutrición**, v.49, n. 1, p. 7-11, 1999.

ONOFRE, P.M. **Redução da viscosidade em suco de laranja concentrado com tratamento enzimático.** Dissertação de mestrado - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 1995.

PAL, D., SACHDEVA, S., SINGH, S.. **Methods for determination of sensory quality of foods: A critical appraisal.** Journal Food Science, 32:357- 367, 1985.

PELEGRINE, D.H. **Comportamento reológico das polpas de manga e abacaxi.** 1999. 115p. Tese de Mestrado, FEA/UNICAMP. Campinas, (SP).

PELEGRINE, D. H.; SILVA, F. C.; GASPARETTO, C. A. Rheological behavior of pineapple and mango pulps. **Lebensmittel-Wissenschaft und Lebensmittel- Wissenschaft und Technologie Food Science and Technology**, Berlin, v. 35, p. 645-648, 2002.

POMERANZ, Y.; MELOAN, C. E. **Food analysis: theory and practice.** 2. ed. Connecticut: AVI, 1982.

POMERANZ, Y.; MELOAN, C., E. **Food Analysis – Theory and Practice.** 3°. ed. Aspen Publishers: Maryland, EUA, p. 87-92, 2000.

RAJASHEKHARA, E.; SURESH, E.; ETHIRAJ, S. Modulation of thermal resistance of ascospores of *Neosartorya fischeri* by acidulants and preservatives in mango and grape juice. **Food Microbiology**. v.17, p. 269-275, 2000.

RAO, M.A.; PALOMINO, N.O.. Flow properties of tropical fruit purees. **J. Food Science**, 39: p 160-161, 1974.

RAO, M. A.; RIZVI, S. S. H.. Engineering properties of foods. Marcel Dekker, **Food Science and Technology Series**, n.19, p1-47. New York, 1986

RASTOGI, N. K., NIRANJAN, K.. Enhanced mass transfer during osmotic dehydration of high pressure treated pineapple. **Journal of Food Science**, 508-511, 1998.

RIBEIRO, C. F. A. **Métodos combinados de desidratção osmótica e secagem para conservação de manga ‘Tommy Atkins’.** Campina Grande, 2004. 85p. Dissertação (Mestre em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande.

RIBEIRO, E.P.; SERAVALLI, E.A.G. **Química de alimentos.** 1ª edição; p. 157; SP,2004.

RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F. **Planejamento de Experimentos e Otimização de Processos: uma estratégia seqüencial de planejamentos**, Campinas, SP, Casa do Pão Editora, 2005.

RODRIGUEZ-AMAYA D.B. **Carotenoids and food preparation**: the retention of provitamin A carotenoids in prepared, processed and stored foods. Arlington: Opportunities for Micronutrient Intervention (OMNI), 1997.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: Opportunities for Micronutrient Intervention (OMNI), 1999a.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Brazil: a bounty of carotenoid source. **Sight and life newsletter**, v.4, p.3-9, 2002a.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Effects of processing and storage on food carotenoids. **Sight and life newsletter**, v.3, p.25-35, 2002b.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenóides: tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos**. Brasília, MMA/SBF, 2008. 100p.

ROLIN, C., DE VRIES, J.D.. **Pectin in food gels**. Ed. P. Harris, Elsevier Applied Science, London, 1990.

SANJINEZ ARGANDOÑA, E. J. **Goiabas desidratadas osmoticamente e secas**: avaliação de um sistema osmótico semicontínuo, da secagem e da qualidade. 157f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SANTOS, C. de N. **Elaboração de um estruturado de polpa de manga (*mangifera indica* L. cv Tommy Atkins) parcialmente desidratada por osmose**. Campinas, SP: UNICAMP. 75p. 2003. Dissertação de mestrado – Faculdade de Engenharia de Alimentos.

SANTIN, M. M.. **Aplicações de tratamento enzimático combinado a microfiltração na clarificação de suco de pêssego**. Erechim, RS: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. 79p. 2004. Dissertação de mestrado –URI.

SARAVACOS, G.D.. Tube viscometry of fruit purees and juices. **Food Technology**, 22: p. 1585-1588, 1968.

SARAVACOS, G.D.; MOYER, J. C.. Heating rates of fruit products in na agitated kettle. **Food Technology**, 21 (3A): p. 54A-58^a, 1967.

SCHRAMM, G.. **A Pratical Approach to Rheology and Reometry**, Germany, Gebrueder HAAKE, 1994.

SGARBIERI, V.C; PACHECO, M.T.B. Revisão: alimentos funcionais fisiológicos. **Brazilian journal of food technology**, v.2, n.1/2, p. 7-19, 1999.

SIMÕES, N.R.. **Propriedades termofísicas de polpa de manga**. Dissertação de mestrado. Unicamp. 1997.

SIOZAWA, Y. Y., QUAST, D. G.. **Processos de evaporação na concentração de alimentos** Imprensa:Campinas, São Paulo, Brasil: ITAL, 1975 Colaço:102p.

SIQUEIRA, D. L.; BOTREL, N.; CARVALHO, V. D.; RAMOS, V. H. V.; COUTO F. A. D. Características físicas e químicas de vinte cultivares de mangueira (*Mangífera Indica L.*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 10(2), p. 49-54, 1988.

SOARES, D. J.; PEREIRA, A. C. da S.; COSTA, J. N. da; FIGUEIREDO, R. W. de; ALVES, R. E.. **Caracterização química e físico-química de manga "Tommy Atkins" oriunda de Limoeiro do Norte, CE**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2010 <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/CNPAT-2010/11760>> acesso em 13 de fevereiro de 2011.

SOUZA, J.S.; ALMEIDA, C. O. de; ARAÚJO, J. L. P.; CARDOSO, C. E. L. Aspectos socioeconômicos. In: GENÚ, P. J. de C.; PINTO, C. Q. **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 2 ed. London: Academic Press. 1993. 337 p.

SUGAI, A.Y. **Processamento contínuo de purê de manga (*Mangífera indica* Linn.), variedade Palmer.** Tese de doutorado – Universidade de São Paulo – Faculdade de Engenharia Química, 2007.

TRAVAGLINI, D. A.; NETO, M. P.; BLEINROTH, E. W.; LEITÃO, M. F. F. **Banana-passa: princípios de secagem, conservação e produção industrial.** Campinas: ITAL, 1993. 73p.

UENOJO, M; PASTORE, G. B. Pectinases:Aplicações Industriais. **Química Nova**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 388-394, 2007.

VANDERSANT; SPLITSTOESSER. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods.** 3th ed. Washington, D.C.:American Health Association (APHA),1992. 1219p.

VIDAL, J. R. M. B.; PELEGRINE, D. H.; GASPARETTO, C. A.; Efeito da temperatura no comportamento reológico da polpa de manga (*mangífera indica* L-Keitt). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 24(1): 039-042, 2004.

WHITTEMBERGER, R.T.; NUTTING, G.C. Effect of tomato cell structures on consistency of tomato juice. **Food Technology**, v. 13, p. 19-22, 1957.

WOOLF, A. B.; BALL, S.; SPOONER, K.J. et al. Reduction of chilling injury in the sweet persimmon “Fuyu” during storage by dry air heat treatments. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.11, n.3, p.155-164, 1997.

ANEXO 1- Ficha utilizada na análise sensorial

Nome: _____ IDADE: _____ Data: ____/____/____

Por favor, observe, aspire, prove e avalie a amostra de **Néctar de Manga**, e de acordo com a escala abaixo, descreva o quanto você gostou ou desgostou:

No. da Amostra: _____

9	Gostei muitíssimo
8	Gostei muito
7	Gostei moderadamente
6	Gostei ligeiramente
5	Nem gostei nem desgostei
4	Desgostei ligeiramente
3	Desgostei moderadamente
2	Desgostei muito
1	Desgostei muitíssimo

Em relação a **APARÊNCIA** _____
 Em relação ao **AROMA** _____
 Em relação ao **SABOR** _____
 Em relação a **TEXTURA** _____
 Em relação a **IMPRESSÃO GLOBAL** _____

Indique com um X a sua opinião quanto à **INTENÇÃO DE COMPRA** da amostra.

CERTAMENTE EU COMPRARIA	<input type="checkbox"/>
PROVAVELMENTE EU COMPRARIA	<input type="checkbox"/>
TENHO DUVIDAS SE COMPRARIA	<input type="checkbox"/>
PROVAVELMENTE NÃO COMPRARIA	<input type="checkbox"/>
CERTAMENTE NÃO COMPRARIA	<input type="checkbox"/>

Comentários: _____

ANEXO 2- Tabela de efeitos para as respostas Rendimento de 'polpa precipitada', Fibra bruta, Acidez, Umidade, Carotenóides totais, e as coordenadas de cor L*, C* e H*

	Rendimento de 'polpa precipitada'				Fibra bruta (%)				Acidez (%)				Umidade (%)			
	Efeito	Erro Padrão	t(7)	p - Valor	Efeito	Erro Padrão	t(7)	p - Valor	Efeito	Erro Padrão	t(7)	p - Valor	Efeito	Erro Padrão	t(7)	p - Valor
Média	30,31	1,89	16,06	0,00	8,49	0,35	23,94	0,00	0,56	0,01	103,35	0,00	84,67	0,21	409,03	0,00
(1) Pectinase (L)	-5,39	1,77	-3,04	0,02	1,98	0,33	5,95	0,00	0,00	0,01	0,81	0,44	-0,21	0,19	-1,09	0,31
(1) Pectinase(Q)	-0,55	1,95	-0,28	0,79	-0,09	0,37	-0,24	0,82	0,00	0,01	-0,65	0,54	-0,35	0,21	-1,64	0,15
(2) Gravidade (L)	-13,06	1,77	-7,37	0,00	3,17	0,33	9,52	0,00	0,05	0,01	9,73	0,00	-1,5	0,19	-7,72	0,00
(2) Gravidade(Q)	1,41	1,95	0,72	0,49	-0,57	0,37	-1,54	0,17	0,00	0,01	0,07	0,95	0,18	0,21	0,86	0,42
(3)tempo (L)	-5,47	1,77	-3,08	0,02	1,21	0,33	3,62	0,01	0,00	0,01	-0,37	0,72	-0,63	0,19	-3,22	0,01
(3)tempo (Q)	-1,55	1,95	-0,80	0,45	0,08	0,37	0,21	0,84	0,00	0,01	0,74	0,48	-0,05	0,21	-0,22	0,84
1L by 2L	2,13	2,32	0,92	0,39	0,43	0,44	0,98	0,36	0,01	0,01	1,33	0,22	0,21	0,25	0,82	0,44
1L by 3L	-3,57	2,32	-1,54	0,17	1,46	0,44	3,36	0,01	0,01	0,01	2,02	0,08	-0,17	0,25	-0,66	0,53
2L by 3L	3,12	2,32	1,35	0,22	0,05	0,44	0,12	0,91	0,00	0,01	-0,05	0,96	0,44	0,25	1,72	0,13

	Carotenóides Totais (µg /g)				L*				C*				H*			
	Efeito	Erro Padrão	t(7)	p - valor	Efeito	Erro Padrão	t(7)	p - Valor	Efeito	Erro Padrão	t(7)	p - Valor	Efeito	Erro Padrão	t(7)	p - Valor
Média	36,27	4,15	8,75	0,00	56,74	0,22	259,44	0,00	56,19	0,52	108,96	0,00	75,54	0,4	191,05	0,00
(1) Pectinase (L)	-3,30	3,89	-0,85	0,43	0,02	0,21	0,11	0,92	-0,59	0,48	-1,22	0,26	-0,08	0,37	-0,21	0,84
(1) Pectinase(Q)	-2,66	4,29	-0,62	0,56	-0,90	0,23	-3,98	0,01	-1,17	0,53	-2,19	0,06	-0,21	0,41	-0,52	0,62
(2) Gravidade (L)	11,63	3,89	2,99	0,02	-4,67	0,21	-22,73	0,00	3,80	0,48	7,85	0,00	-3,59	0,37	-9,68	0,00
(2) Gravidade(Q)	0,12	4,29	0,03	0,98	-1,59	0,23	-7,01	0,00	-0,05	0,53	-0,10	0,92	-0,29	0,41	-0,7	0,51
(3)tempo (L)	9,49	3,89	2,44	0,04	0,10	0,21	0,49	0,64	-0,04	0,48	-0,08	0,94	0,07	0,37	0,18	0,86
(3)tempo (Q)	-2,06	4,29	-0,48	0,65	-0,57	0,23	-2,51	0,04	0,04	0,53	0,07	0,94	-0,05	0,41	-0,12	0,91
1L by 2L	-1,67	5,09	-0,33	0,75	0,20	0,27	0,73	0,49	0,66	0,63	1,04	0,34	-0,2	0,49	-0,41	0,69
1L by 3L	0,86	5,09	0,17	0,87	0,88	0,27	3,26	0,01	-0,80	0,63	-1,26	0,25	-0,22	0,49	-0,46	0,66
2L by 3L	6,15	5,09	1,21	0,27	-0,09	0,27	-0,34	0,75	0,93	0,63	1,46	0,19	-0,19	0,49	-0,39	0,71

Valores em negrito apresentam diferença estatística (p<0,05)

Anexo 3: Tabela da Análise de variância para as respostas Rendimento de ‘polpa precipitada’, Fibra bruta, Acidez, Umidade, Carotenóides totais, e as coordenadas de cor L*, C* e H*

Rendimento de ‘polpa precipitada’(%)						Fibras (%)				
Fonte de Variação (FV)	Soma de Quadrados (SQ)	Graus de Liberdade (GL)	Quadrado Médio (QM)	F _{cal}	F _{tab}	Soma de Quadrados (SQ)	Graus de Liberdade (GL)	Quadrado Médio (QM)	F _{cal}	F _{tab}
Regressão	786,3	3	262,1	23,5	3,4	57	4	14,2	41,6	3,3
Residuo	144,9	13	11,1			4,1	12	0,3		
Falta de Ajuste	144,1	11	13,1	30,9	19	2,4	10	0,2	0,3	19,4
Erro Puro	0,8	2	0,4			1,7	2	0,9		
Total	931,2	16				61,1	16			

Acidez (%)						Umidade (%)				
FV	SQ	GL	QM	F _{cal}	F _{tab}	SQ	GL	QM	F _{cal}	F _{tab}
Regressão	0,01	1	0,01	94,54	4,54	9,02	2	4,51	28,93	3,74
Residuo	0	15	0			2,18	14	0,16		
Falta de Ajuste	0,001	13	0	1,41	19,41	2,16632	12	0,18	20,91	19,41
Erro Puro	0	2	0			0,01727	2	0,01		
Total	0,01	16				11,20759	16			

Carotenóides (µg /g)						L*				
FV	SQ	GL	QM	F _{cal}	F _{tab}	SQ	GL	QM	F _{cal}	F _{tab}
Regressão	769,48	2	384,74	10,52	3,74	83,63	5	16,73	161,81	3,2
Residuo	511,8	14	36,56			1,14	11	0,1		
Falta de Ajuste	499,806	12	41,65	6,94	19,4	1,08	9	0,12	4,56	19,38
Erro Puro	11,998	2	6			0,05	2	0,03		
Total	1281,289	16				84,77	16			

C*						H*				
FV	SQ	GL	QM	F _{cal}	F _{tab}	SQ	GL	QM	F _{cal}	F _{tab}
Regressão	49,31	1	49,31	48,99	4,54	44,08	1	44,08	170,4	4,54
Residuo	15,1	15	1,01			3,88	15	0,26		
Falta de Ajuste	14,95	13	1,15	15,66	19,41	3,87	13	0,3	51,02	19,41
Erro Puro	0,15	2	0,07			0,012	2	0,01		
Total	64,41	16				47,97	16			

ANEXO 3- Tabela de efeitos para as respostas Brix, pH, Vitamina C e Pectina para ‘polpa precipitada’

	Brix			pH		
	Efeito	Erro Padrão	p - Valor	Efeito	Erro Padrão	p - Valor
Média	12,96	0,14	0,00	3,74	0,02	0
(1) Pectinase (L)	0,23	0,13	0,12	-0,03	0,02	0,14
(1) Pectinase(Q)	-0,16	0,15	0,31	-0,03	0,02	0,25
(2) Gravidade (L)	-0,01	0,13	0,94	0,01	0,02	0,58
(2) Gravidade(Q)	-0,20	0,15	0,22	0	0,02	0,95
(3)tempo (L)	0,23	0,13	0,12	-0,02	0,02	0,23
(3)tempo (Q)	-0,12	0,15	0,42	-0,02	0,02	0,32
1L by 2L	0,10	0,17	0,58	0,01	0,02	0,84
1L by 3L	-0,05	0,17	0,78	-0,02	0,02	0,55
2L by 3L	0,10	0,17	0,58	0	0,02	0,84
	Vitamina C			Pectina		
	Efeito	Erro Padrão	p - Valor	Efeito	Erro Padrão	p - Valor
Média	24,11	4,82	0	0,12	0,02	0,00
(1) Pectinase (L)	3,4	4,53	0,48	-0,02	0,02	0,14
(1) Pectinase(Q)	5,35	4,98	0,32	0,02	0,02	0,34
(2) Gravidade (L)	1,65	4,53	0,73	0,00	0,02	0,78
(2) Gravidade(Q)	7,52	4,98	0,17	0,01	0,02	0,58
(3)tempo (L)	-5,6	4,53	0,26	-0,02	0,02	0,17
(3)tempo (Q)	1,51	4,98	0,77	0,02	0,02	0,34
1L by 2L	6,46	5,91	0,31	0,01	0,02	0,55
1L by 3L	2,05	5,91	0,74	0,00	0,02	0,90
2L by 3L	-4,82	5,91	0,44	0,01	0,02	0,72

ANEXO 5- Tabela de efeitos para as respostas Rendimento de ‘suco clarificado’, as coordenadas de cor L*, C*, H* e Turbidez.

	Rendimento de ‘suco clarificado’(%)				L*				C*			
	Efeito	Erro Padrão	t(7)	p - Valor	Efeito	Erro Padrão	t(7)	p - Valor	Efeito	Erro Padrão	t(7)	p - Valor
Média	69,76	1,70	41,14	0,00	77,70	3,00	25,87	0,00	-0,37	0,37	-0,99	0,35
(1) Pectinase (L)	3,22	1,59	2,02	0,08	0,41	2,82	0,14	0,89	0,11	0,35	0,32	0,76
(1) Pectinase(Q)	0,97	1,75	0,55	0,60	1,53	3,11	0,49	0,64	-0,01	0,39	-0,03	0,98
(2) Gravidade (L)	14,65	1,59	9,20	0,00	12,60	2,82	4,46	0,00	-5,12	0,35	-14,64	0,00
(2) Gravidade(Q)	-2,02	1,75	-1,15	0,29	-3,48	3,11	-1,12	0,30	2,09	0,39	5,42	0,00
(3)tempo (L)	4,46	1,59	2,80	0,03	0,98	2,82	0,35	0,74	0,07	0,35	0,20	0,85
(3)tempo (Q)	-0,06	1,75	-0,03	0,98	1,01	3,11	0,33	0,75	-0,17	0,39	-0,44	0,67
1L by 2L	0,57	2,08	0,28	0,79	0,54	3,69	0,15	0,89	0,11	0,46	0,24	0,82
1L by 3L	0,87	2,08	0,42	0,69	0,02	3,69	0,00	1,00	0,07	0,46	0,15	0,88
2L by 3L	-0,40	2,08	-0,19	0,85	0,58	3,69	0,16	0,88	0,10	0,46	0,21	0,84
	H*				Turbidez							
	Efeito	Erro Padrão	t(7)	p - Valor	Efeito	Erro Padrão	t(7)	p - Valor	Efeito	Erro Padrão	t(7)	p - Valor
Média	31,55	1,31	24,06	0,00	92,59	2,40	38,62	0,00				
(1) Pectinase (L)	0,54	1,23	0,44	0,67	3,97	2,25	1,76	0,12				
(1) Pectinase(Q)	2,95	1,36	2,18	0,07	2,02	2,48	0,81	0,44				
(2) Gravidade (L)	-18,30	1,23	-14,86	0,00	10,54	2,25	4,68	0,00				
(2) Gravidade(Q)	3,37	1,36	2,48	0,04	-0,73	2,48	-0,29	0,78				
(3)tempo (L)	-1,70	1,23	-1,38	0,21	-0,06	2,25	-0,03	0,98				
(3)tempo (Q)	4,38	1,36	3,23	0,01	-0,84	2,48	-0,34	0,74				
1L by 2L	-0,54	1,61	-0,34	0,75	-3,47	2,94	-1,18	0,28				
1L by 3L	1,41	1,61	0,87	0,41	-0,52	2,94	-0,18	0,86				
2L by 3L	-0,66	1,61	-0,41	0,69	1,15	2,94	0,39	0,71				

Valores em negrito apresentam diferença estatística (p<0,05)

Anexo 6: Tabela da Análise de variância para as respostas Rendimento de ‘suco clarificado’, coordenadas de cor L*, C*, H* e Turbidez

Rendimento de ‘suco clarificado’ (%)											L*	
Fonte de Variação (FV)	Soma de Quadrados (SQ)	Graus de Liberdade (GL)	Quadrado Médio (QM)	Fcal	Ftab	SQ	GL	QM	Fcal	Ftab		
Regressão	800,55	2	400,27	47,59	3,74	541,9	1	541,9	31,7	3,07		
Residuo	117,76	14	8,41			256,5	15	17,1				
Falta de Ajuste	116,86	12	9,74	21,52	19,4	256,2019	13	19,7	147	19,4		
Erro Puro	0,9	2	0,45			0,268	2	0,1				
Total	918,31	16				798,4197	16					

C*						H*				
FV	SQ	GL	QM	Fcal	Ftab	SQ	GL	QM	Fcal	Ftab
Regressão	104,3	2	52,15	233,83	3,74	1191,17	3	397,06	66,92	3,41
Residuo	3,12	14	0,22			77,13	13	5,93		
Falta de Ajuste	2,81	12	0,23	1,52	19,41	74,13	11	6,74	4,49	19,4
Erro Puro	0,31	2	0,15			3	2	1,5		
Total	107,42	16				1268,3	16			

Turbidez						
Fonte de Variação	Soma de Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Fcal	Ftab	
Regressão	378,99	1	378,99	25,45	3,07	
Residuo	223,36	15	14,89			
Falta de Ajuste	222,99	13	17,15	92,09	9,41	
Erro Puro	0,37	2	0,19			
Total	602,35	16				

ANEXO 7- Tabela de efeitos para as respostas Brix, pH, Vitamina C, Pectina, Acidez e Sólidos totais para ‘suco clarificado’

	Brix			pH			Vitamina C (mg/100g)		
	Efeito	Erro		Efeito	Erro		Efeito	Erro	
		Padrão	p - Valor		Padrão	p - Valor		Padrão	p - Valor
Média	12,36294	0,158297	0,000000	3,764323	0,032374	0,000000	30,19476	5,314426	0,000749
(1) Pectinase (L)	0,15	0,15	0,36	-0,06	0,03	0,10	5,08	4,99	0,34
(1) Pectinase(Q)	0,26	0,16	0,15	-0,03	0,03	0,39	-4,82	5,49	0,41
(2) Gravidade (L)	0,07	0,15	0,64	0,02	0,03	0,44	0,04	4,99	0,99
(2) Gravidade(Q)	0,16	0,16	0,37	0,00	0,03	0,90	-2,70	5,49	0,64
(3)tempo (L)	0,16	0,15	0,33	0,00	0,03	1,00	0,17	4,99	0,97
(3)tempo (Q)	0,26	0,16	0,15	-0,03	0,03	0,39	-4,24	5,49	0,47
1L by 2L	0,25	0,19	0,24	0,00	0,04	1,00	0,07	6,52	0,99
1L by 3L	0,25	0,19	0,24	0,00	0,04	1,00	1,67	6,52	0,81
2L by 3L	0,35	0,19	0,11	0,00	0,04	1,00	2,51	6,52	0,71
	Pectina (mg/g)			Acidez (%)			Sólidos Totais (%)		
	Efeito	Erro		Efeito	Erro		Efeito	Erro	
		Padrão	p - Valor		Padrão	p - Valor		Padrão	p - Valor
Média	0,02	0,00	0,00	0,57	0,01	0,00	12,50	0,14	0,00
(1) Pectinase (L)	0,00	0,00	0,21	0,02	0,01	0,09	0,11	0,13	0,41
(1) Pectinase(Q)	0,00	0,00	0,57	0,00	0,01	0,75	0,10	0,14	0,48
(2) Gravidade (L)	0,00	0,00	0,98	0,01	0,01	0,26	0,07	0,13	0,58
(2) Gravidade(Q)	0,00	0,00	0,94	-0,01	0,01	0,49	0,10	0,14	0,48
(3)tempo (L)	0,00	0,00	0,95	0,01	0,01	0,42	0,16	0,13	0,26
(3)tempo (Q)	0,00	0,00	0,94	0,00	0,01	0,95	0,07	0,14	0,64
1L by 2L	0,00	0,00	0,81	0,01	0,01	0,27	0,27	0,17	0,15
1L by 3L	0,00	0,00	0,81	0,02	0,01	0,14	0,27	0,17	0,15
2L by 3L	0,00	0,00	0,94	0,00	0,01	0,82	0,33	0,17	0,09