



Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas

dossiê técnico

Fabricação de geleias

LOPES, Regina Lúcia Tinoco

Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC

Maio/2007

Edição atualizada em maio/2022





Serviço Brasileiro de **Respostas Técnicas**

dossiê técnico

Fabricação de geleias

O Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT fornece soluções de informação tecnológica sob medida, relacionadas aos processos produtivos das Micro e Pequenas Empresas. Ele é estruturado em rede, sendo operacionalizado por centros de pesquisa, universidades, centros de educação profissional e tecnologias industriais, bem como associações que promovam a interface entre a oferta e a demanda tecnológica. O SBRT é apoiado pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE e pelo Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação – MCTI e de seus institutos: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia – IBICT.



TÊCPAR



FIERGS SENAI



SENAI



Ministério da
Ciência, Tecnologia
e Inovação

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA

Dossiê Técnico	LOPES, Regina Lúcia Tinoco Fabricação de geleias Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC 5/5/2007
Resumo	A publicação deste dossiê tem por finalidade fornecer subsídios para os empresários de pequeno e médio portes interessados no aproveitamento de frutas. Trata-se de uma adaptação do "Manual para Fabricação de Geleias" publicado pela Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC em 1985, onde são apresentados dados gerais sobre os componentes do doce, informações sobre a formação do gel, metodologia de processamento, embalagem e relação dos principais defeitos que podem ocorrer no produto.
Assunto	FABRICAÇÃO DE CONSERVAS DE FRUTAS
Palavras-chave	<i>Fabricação; fruta; fruto carnoso; geleia; pectina; processamento; produção</i>
Atualizado por	LOPES, Regina Lúcia Tinoco



Salvo indicação contrária, este conteúdo está licenciado sob a proteção da Licença de Atribuição 3.0 da Creative Commons. É permitida a cópia, distribuição e execução desta obra - bem como as obras derivadas criadas a partir dela - desde que criem obras não comerciais e sejam dados os créditos ao autor, com menção ao: Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - <http://www.respostatecnica.org.br>

Para os termos desta licença, visite: <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>

Sumário

1	INTRODUÇÃO	3
2	A GELEIA E SEUS COMPONENTES	3
2.1	Formação do gel.....	4
2.2	Substâncias pécticas	5
2.2.1	Protopectina.....	5
2.2.2	Pectina.....	5
2.3	Açúcar nas geleias	10
2.3.1	Açúcar invertido	10
2.3.2	Glicose	11
2.3.3	Adição do açúcar (sacarose).....	12
2.4	Ácidos	12
2.4.1	Adição do ácido	13
3	PROCESSAMENTO.....	14
3.1	Etapas do processamento	15
3.1.1	Seleção.....	15
3.1.2	Limpeza e lavagem	15
3.1.3	Descascamento	15
3.1.4	Corte e desintegração.....	16
3.1.5	Despolpamento.....	16
3.1.6	Concentração.....	16
3.1.7	Determinação do ponto final.....	18
3.1.8	Acondicionamento.....	19
3.1.9	Rotulagem e armazenamento	21
4	DEFEITOS NAS GELEIAS.....	22
4.1	Gel pouco firme	22
4.2	Gel muito duro	22
4.3	Sinérese	22
4.4	Cristalização	23
4.5	Separação das frutas do gel.....	23
4.6	Alteração de cor.....	23
4.7	Pedaços duros de fruta.....	23
4.8	Espumas e bolhas	23
4.9	Desenvolvimento de microrganismos	24
4.10	Outros defeitos	24
5	CONTROLE DE QUALIDADE.....	24
6	LEGISLAÇÃO ESPECÍFICA.....	24
	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	26
	REFERÊNCIAS.....	26

Conteúdo

1 INTRODUÇÃO

O processamento de geleia segue uma metodologia relativamente simples, exige poucos equipamentos e traz, ainda, a vantagem de possibilitar à indústria o aproveitamento de frutas impróprias para compota, transformando-as em um produto de melhor qualidade e mais sofisticado que os doces em massa.

A maioria das frutas utilizadas no processamento de geleias possui picos de safra, em que a oferta é abundante e os custos mais baixos. O ideal seria que neste período as fábricas pudessem preparar uma grande quantidade de geleia com a fruta fresca. No entanto, este procedimento não é adotado com frequência nas indústrias, visto que exigiria uma capacidade instalada de porte tal, que seria economicamente inviável para a maioria delas.

Uma solução bastante prática de contornar esta situação é conservar as frutas sob diversas formas para que possam ser processadas no decorrer do ano. As indústrias que possuem um calendário de processamento de geleias, de acordo com as safras, têm sempre intercalado o emprego de polpas e frutas conservadas durante o ano, a fim de evitar a ociosidade da fábrica e de atender à demanda do comércio.

As frutas para serem submetidas a um processamento posterior podem ser conservadas empregando-se diversos métodos que preservam, em graus variados, as suas características sensoriais, porém, nenhum processo pode fornecer um produto que possa substituir com vantagem ou mesmo com igualdade a fruta fresca como matéria-prima para a fabricação da geleia. Os métodos de conservação de polpa ou de fruta mais utilizados são o congelamento, adição de substâncias químicas, esterilização pelo calor, envase a quente e envase asséptico (RAUCH, 1978).

A escolha do processo mais apropriado varia com o tipo de fruta e a finalidade a que se destina, porém, muitas vezes é determinada apenas pelo fator econômico.

2 A GELEIA E SEUS COMPONENTES

A geleia (Figura 1) é o produto obtido pela concentração da polpa ou suco de fruta com quantidades adequadas de açúcar, pectina e ácido até o Brix suficiente para que ocorra a geleificação durante o resfriamento. Quando se adicionam pedaços de fruta, a geleia costuma ser chamada de gelejada. A geleia de boa qualidade deve conservar-se bem sem sofrer alterações organolépticas ou microbiológicas, tremer sem escorrer e não ser extremamente rígida. Não deve ser açucarada, mas deve conservar o sabor e aroma da fruta.



Figura 1 – Geleia de figo e pêssego
Fonte: (WAGNER, 2006)

Quase todos os tipos de fruta podem ser transformados em geleias, mesmo aqueles com quantidades insuficientes de pectina e ácido, bastando apenas que estes ingredientes, essenciais à formação do gel, sejam adicionados durante o processamento.

Geralmente, no Brasil, emprega-se a fruta "in natura" e com menor frequência a fruta conservada em pedaços na água ou calda rala, polpa e suco para a confecção de geleias. Em países desenvolvidos, devido a maiores facilidades de refrigeração, são utilizadas também a polpa e a fruta em pedaços congelados.

2.1 Formação do gel

A formação do gel (ou geleificação) durante a fabricação das geleias é um fenômeno coloidal: dependente da concentração e tipo de pectina da fruta, do teor do ion-hidrogênio (pH) e da quantidade de açúcar. A geleificação pode ser explicada de forma simplificada como sendo uma precipitação da pectina pela adição de açúcar que altera o equilíbrio existente entre esta e a água. A pectina se precipita como um coloide hidratado formando uma rede de fibrilas não solúveis com capacidade de reter líquido e aglutinar o açúcar sob a forma de um gel. A rigidez do gel ou a continuidade e a densidade das suas fibras depende da concentração da pectina. Assim, uma mistura pobre neste ingrediente formará uma rede menos densa e, portanto, um gel mais fraco.

A firmeza da estrutura do gel é também influenciada pela concentração de açúcar e pela acidez. Em soluções concentradas de açúcar existe menos água para ser retida no gel; logo, a estrutura será mais rígida. Quanto à presença de ácido, este endurece o gel provavelmente pelo enrijecimento das fibrilas. Em meios pouco ácidos as fibrilas ficam fracas, sem capacidade de retenção do xarope, e o gel fica fraco. Em meios muito ácidos o gel fica endurecido, perdendo a elasticidade e sua capacidade de manter a sua estrutura. Outra explicação para a ação do ácido é que este, quando presente em excesso, pode causar uma desidratação excessiva, decomposição ou hidrólise da pectina. O gel formado em meio muito ácido é rijo e tende a "suar", ou seja, perder água (fenômeno de sinérese).

O esquema da Figura 2 demonstra a influência de alguns componentes e parâmetros físico-químicos no grau de geleificação (RAUCH, 1978). Segundo esse esquema, o pH ótimo para a formação de gel está entre 3,0 a 3,2. Em pHs mais elevados ou mais baixos a firmeza do gel diminui, e a partir de valores acima de 3,4 não ocorre geleificação, dentro das concentrações normais de sólidos encontrados na geleia.

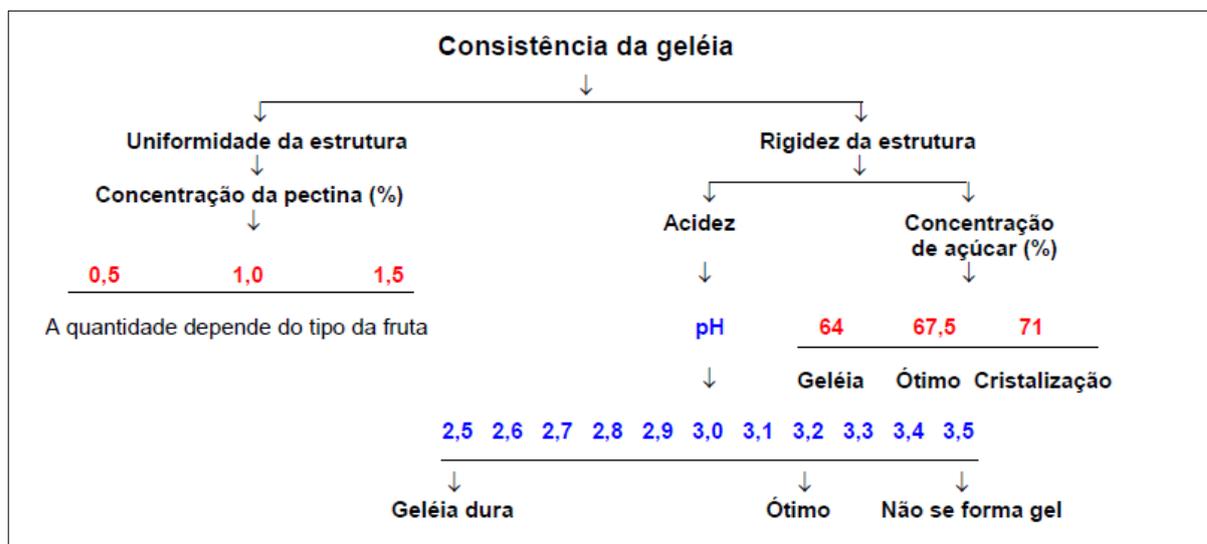


Figura 2 - Propriedades químicas da pectina
Fonte: (RAUCH, 1978).

O teor ótimo de açúcar é de 67,5%, sendo que teores superiores produzem geleias pegajosas e os inferiores (60% de açúcar) necessitam de grandes quantidades de ácido e pectina, para formação da geleia. Já a quantidade ótima de pectina para a formação de gel depende da qualidade da mesma. Para pectinas comuns, o teor de 1% é suficiente para a obtenção de um gel de boa consistência.

É necessário um certo tempo para que a solução açúcar-pectina alcance o equilíbrio e, conseqüentemente, o gel tenha a força máxima. Quando o gel está completamente formado, o seu estado final pode ser alterado por ações mecânicas, como o envase nas embalagens.

2.2 Substâncias pécticas

A Sociedade Americana de Química (American Chemical Society) definiu as substâncias pécticas como sendo constituídas de protopectina, pectina, ácidos pécticos e pectínicos. Portanto, as substâncias pécticas são formadas por um grupo de compostos complexos, derivados coloidais reversíveis de carboidratos (hemicelulose) que se encontram presentes nos tecidos de uma grande variedade de plantas.

2.2.1 Protopectina

A protopectina é a substância péctica matriz, insolúvel em água e presente nos tecidos de plantas que, por hidrólise parcial, fornecem pectina; a hidrólise mais completa produz ácido péctico, ácido galacturônico e álcool metílico. Grande quantidade de protopectina é encontrada nas frutas imaturas, porém, que já tenham atingido o seu pleno desenvolvimento, sendo esta, juntamente com os produtos da hidrólise, as substâncias pécticas das frutas verdes.

Durante a maturação dos frutos, a protopectina sofre hidrólise por atividade enzimática transformando-se em ácido péctico e ácido pectínico que é a pectina propriamente dita, provocando, assim, a diminuição da rigidez da parede celular, caracterizando o amolecimento e o amadurecimento (CHITARRA & CHITARRA, 1990). Portanto, a transformação da protopectina em pectina solúvel é uma das causas do amolecimento das frutas durante o amadurecimento.

2.2.2 Pectina

As pectinas são derivadas da protopectina e referem-se aos ácidos pectínicos solúveis em água, com teores variados de metilação e neutralização. Sua estrutura básica é mostrada na Figura 3, mas existe na natureza um grande número de pectinas, provenientes das diferentes variedades de frutas e hortaliças, variáveis quanto ao teor de metanol (CH₃OH), às propriedades físicas, ao grau de polimerização, esterificação e ao comportamento na formação de géis. São as substâncias próprias para a preparação de geleias.

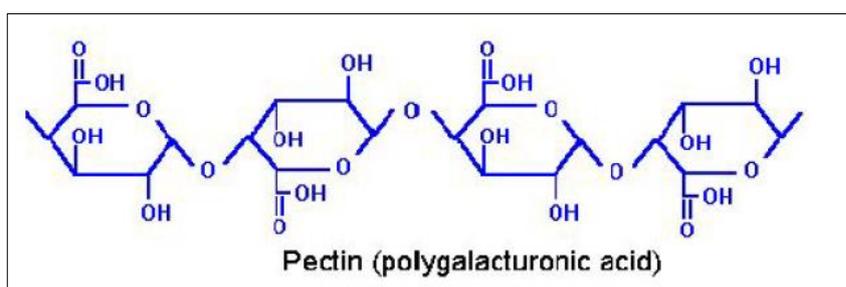


Figura 3 - Estrutura da pectina
Fonte: (FOOD-INFO, [20--?])

A molécula de pectina é instável, sendo destruída a frio pelos álcalis e por ácido fraco com aquecimento. Em altas temperaturas, mesmo na ausência de outros agentes, a molécula de pectina é quebrada, reduzindo assim o seu poder de geleificação. As enzimas pectinesterases geralmente presentes na fruta também hidrolisam a pectina em ácido péctico e álcool metílico.

As propriedades da pectina são conservadas mesmo quando dissolvida em água, precipitada, secada e redissolvida. Em presença de água fria formam-se grumos que se dissolvem por agitação. A adição de açúcar e o aquecimento da mistura aceleram a dissolução da pectina, dando uma solução viscosa, porém, límpida à luz.

O diagrama de Cruess (1973) mostra as relações entre ácido pécico, pectina e protopectina (Figura.4). Dos compostos citados no diagrama apenas a pectina possui capacidade de geleificação, portanto, a hidrólise da mesma destrói o seu poder de formar gel.

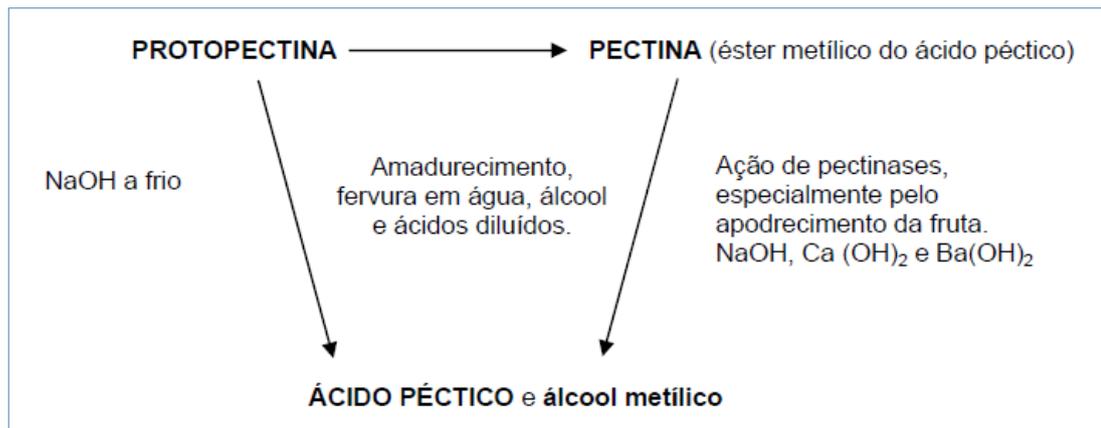


Figura 4 - Relação entre as substâncias pécicas
Fonte: (CRUESS, 1973)

• Tipos de pectinas

A capacidade de geleificação das pectinas é dependente do número de grupos metoxila presentes na molécula, sendo que aquelas com baixo teor de metoxilação (BTM) têm poder de geleificação mais baixo. A proporção de 7% de metoxilação, que se considera como sendo equivalente a 50% de esterificação, é considerada como índice de separação entre os dois tipos de pectina, ou seja, de baixa e de alta metoxilação (ATM).

As pectinas de alta metoxilação (ATM) são solúveis em água e capazes de formar gel com açúcar e ácido em condições adequadas, sendo as mais indicadas para a preparação de geleias. Entretanto, como podem ter diferentes graus de esterificação, são classificadas conforme a sua velocidade de geleificação:

- pectina de deposição rápida;
- pectina de deposição semirrápida;
- pectina de deposição lenta.

As pectinas de deposição rápida possuem grau de esterificação entre 70-76% e formam géis a temperaturas entre 75-85°C. São empregadas quando se embala geleia em pequenos recipientes e/ou quando são adicionados pedaços de fruta ou casca. A alta temperatura e a rapidez de formação do gel evitam que os pedaços de frutas subam à superfície.

As pectinas de deposição semirrápida possuem 66-70% de esterificação e temperatura de formação de gel entre 55 a 75°C. São empregadas nos mesmos casos em que se requer a pectina de deposição rápida.

As pectinas de deposição lenta possuem de 60-66% de esterificação e formam gel à temperatura entre 45-60°C. Seu uso é recomendado quando o produto é embalado em recipientes grandes e na preparação de geleias límpidas, normais, pois fornecem tempo suficiente para o manuseio durante o envase e resfriamento antes que ocorra a geleificação definitiva.

As velocidades de deposição (gelatinização) das pectinas comerciais existentes podem ser controladas pela adição de sais-tampão como os citratos de sódio, acetato de sódio, tartarato ácido de sódio, fosfato bissódico, citrato bissódico e carbonato de cálcio.

As pectinas de deposição rápida possuem grau de esterificação entre 70-76% e formam géis a temperaturas entre 75-85°C. São empregadas quando se embala geleia em pequenos recipientes e/ou quando são adicionados pedaços de fruta ou casca. A alta

temperatura e a rapidez de formação do gel evitam que os pedaços de frutas subam à superfície.

As pectinas de deposição semirrápida possuem 66-70% de esterificação e temperatura de formação de gel entre 55 a 75°C. São empregadas nos mesmos casos em que se requer a pectina de deposição rápida.

As pectinas de deposição lenta possuem de 60-66% de esterificação e formam gel à temperatura entre 45-60°C. Seu uso é recomendado quando o produto é embalado em recipientes grandes e na preparação de geleias límpidas, normais, pois fornecem tempo suficiente para o manuseio durante o envase e resfriamento antes que ocorra a geleificação definitiva.

As velocidades de deposição (gelatinização) das pectinas comerciais existentes podem ser controladas pela adição de sais-tampão como os citratos de sódio, acetato de sódio, tartarato ácido de sódio, fosfato bissódico, citrato bissódico e carbonato de cálcio.

Estes são adicionados ao pó de pectina durante a sua preparação industrial e têm a propriedade de retardar o tempo de gelatinização.

Quando todos os grupos metoxila da pectina são removidos, esta fornece o ácido péctico que não possui capacidade de formar gel. As pectinas de baixa metoxilação são compostos intermediários entre as pectinas completas e o ácido péctico, possuindo um teor de metoxilação inferior a 7%, e são capazes de formar géis em uma larga gama de pH, com baixas concentrações de açúcar ou mesmo na ausência deste. Porém, necessitam da presença de pequena quantidade de íons polivalentes como o cálcio ou magnésio. Para cada tipo de pectina de baixa metoxilação é necessário especificar a quantidade final de sacarose e de cálcio por grama da substância para que forme o gel. Na presença de altas concentrações dos íons Ca e Mg elas podem se precipitar em forma granular sem formar o gel. As pectinas de baixa metoxilação são empregadas especialmente em geleias de baixa caloria e outros produtos dietéticos como o leite geleificado, pudins, sopas gelatinosas, sucos de frutas e hortaliças, molhos, purês, revestimentos para certos produtos de carne, etc.

- Poder de geleificação (grau da pectina)

O poder de geleificação de uma pectina é expresso em graus, que são o número de gramas de sacarose capaz de geleificar um grama de pectina, dando um gel de consistência padronizada em condições predeterminadas. O grau pode ser determinado de diversos modos, sendo necessário especificar o método utilizado. O mais comum é o USA-SAG e as preparações comerciais têm geralmente 150-SAG, sendo que algumas possuem 100-SAG. A pectina de grau 150-SAG é aquela em que 1g de pectina misturada com água e açúcar para dar 65% de sólidos, forma uma geleia perfeita com 150g de açúcar a pH 3,0.

As pectinas comerciais extraídas de frutas (maçã e cítricos) apresentam-se geralmente sob a forma de pó. Geralmente o produto final é padronizado com glicose comercial para grau 100 ou 150-SAG. Os pós são bastante estáveis e mais apropriados para a preparação de geleias. Existem no comércio, também, pectinas líquidas, porém, estas apresentam o inconveniente de se degradarem perdendo a atividade durante o armazenamento à temperatura ambiente, além de necessitarem de conservadores para evitar a fermentação. As pectinas líquidas devem ser empregadas imediatamente depois de abertos os frascos, pois se deterioram facilmente.

- Prova de pectina

Existem diversos métodos químicos para determinar o teor de pectina na fruta, porém, não são muito práticos. Para uma fábrica de geleias o teste da precipitação com álcool ou acetona fornece resultado suficientemente exato para uma avaliação dessa substância.

Este teste pode ser efetuado da seguinte forma: juntar em um becker, ou copo, 1 parte de suco a 3 partes de álcool ou acetona. Agitar levemente e deixar em repouso. Observar o gel

formado após 5 minutos. O suco rico em pectina dará um coágulo firme como de geleia transparente. O suco com conteúdo médio de pectina forma um coágulo pouco firme, rompendo-se em 2 ou 3 pedaços. Se o suco for pobre em pectina, não se forma o coágulo ou quando se forma este se rompe em muitos pedaços (Figura 5).

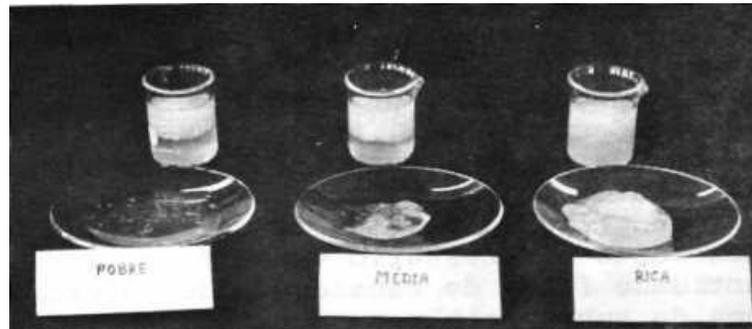


Figura 5 - Teste do álcool para avaliação do teor de pectinas em sucos de frutas
Fonte: (CETEC, 1981)

Os sucos ricos em pectina como o de maçãs, cítricos, etc. dispensam o uso da mesma para a fabricação de geleias. Nos sucos médios ou pobres é indispensável a adição de pectina comercial ou a mistura com sucos ricos em pectina para a obtenção de uma geleia firme. Na fabricação de geleias em escala doméstica ou artesanal, pode-se concentrar o suco com teor médio de pectinas, até este conter quantidade suficiente para formar um gel firme. Porém, a cocção prolongada do suco pode alterar suas qualidades sensoriais, ou seja, cor, sabor e aroma. No caso de mistura de sucos é sempre aconselhável efetuar uma nova prova de pectina antes da adição do açúcar.

A viscosidade do suco é influenciada especialmente pelo teor de pectina, portanto, a determinação deste parâmetro pode servir para a estimativa indireta da mesma na fruta.

- Adição de pectina

O teor de pectina nas diferentes frutas é muito variado. Enquanto algumas são ricas, a maioria é pobre nesta substância. Mesmo naquelas com uma boa quantidade de pectina, é necessário determinar a sua qualidade, pois há variação quanto à capacidade de formar gel. A qualidade e quantidade da pectina dependem do vegetal, estágio de maturação, variedade, clima, irrigação, solo, idade das plantas e doenças, como também do teor dos grupos metoxílicos, grau de polimerização e esterificação. A pectina extraída de cítricos é menos flexível e forma um gel mais rígido que a da maçã, que é altamente elástica, porém, menos tolerante em relação a variações excessivas de acidez.

De acordo com o teor em pectina Leme Jr (1968) classificou as frutas em ricas, médias e pobres (Quadro 1). A fruta rica em pectina é aquela que fornece um rendimento em geleia maior que 100% em peso. A mediana em pectina dá um rendimento em peso entre 60-100% e a pobre dá menos que 60%. O rendimento, neste caso, refere-se ao "rendimento reduzido", ou seja, corrigido para fornecer geleia de boa consistência. Pode-se dizer que 100g de geleia de consistência boa ou regular equivalem a, respectivamente, 80 e 60g de geleia de consistência ótima.

Para se obter uma geleia de consistência uniforme e firme geralmente é necessário adicionar pectina comercial aos sucos de fruta, a fim de ajustar o seu teor para um nível adequado para a geleificação. Este procedimento é natural visto ser a pectina um composto preexistente nas frutas.

A quantidade de pectina a ser adicionada ao suco é variável e depende do conteúdo preexistente na matéria-prima. Não pode ser adicionada simplesmente com o intuito de aumentar o rendimento do suco, pela adição excessiva de água.

Observa-se que as frutas maduras geralmente possuem menos pectina que as imaturas ou de vez. Deve ser considerado, também, que no caso do uso do processo de congelamento

para conservação das polpas, existe uma tendência de diminuição do teor de pectina nos mesmos. Em geral, a geleia acabada contém de 0,5 a 1,5% de pectina, porém, os produtos comerciais podem conter um pouco mais, a fim de que o gel formado seja mais firme e possa suportar melhor o manuseio e transporte.

Fruta	Classificação
Abóbora	Pr Ap
Abacaxi	Pp Ar
Ameixa do Japão amarela	Pr Ar
Ameixa do Japão vermelha	Pr Ar
Araçá roxo	Pr Ar
Banana nanica	Pm Ap
Cajá manga	Pp Ar
Caju	Pp Am
Carambola ácida	Pp Am
Carambola doce	Pp Ap
Caqui	Pp Ap
Cereja das Antilhas	Pp Am
Figos verdes e “de vez”	Pr Ap
Figo maduro	Pp Ap
Fruta do conde	Pp Am
Goiaba vermelha “de vez” e madura	Pr Am
Jaboticaba Sabará (com casca)	Pm Ar
Jaboticaba Sabará (sem casca)	Pp Ap
Jaboticaba ponhema	Pp Ar
Jaboticaba comum	Pp Am
Laranja Bahia	Pr Ar
Laranja Pera	Pr Ar
Limão cidra	Pr Ar
Limão Siciliano	Pr Ar
Maçã Ohio Beauty	Pr Am
Maçã São João (amarela) “de vez” e madura	Pr Am
Maçã ácida da Argentina	Pm Ap
Mamão	Pp Ap
Manga espadão	Pr Ar
Manga Santa Alexandrina	Pr Ar
Manga espada	Pm Ar
Marmelo	Pr Am
Morango	Pp Am
Nêspera	Pm Ar
Pêra Kiefer	Pr Am
Pêra d’água madura	Pp Ap
Pêssego amarelo maduro	Pp Ap
Pêssego amarelo (verde)	Pr Ar
Pitanga	Pm Ar
Romã	Pp Am
Taiuva	Pp Ap
Uva Ananás	Pp Ar
Uva Catawba	Pp Ar
Uva Empire Estate	Pp Ar
Uva Izabel	Pm Ar
Uva Niágara	Pm Ar
Uvaia	Pp Ar

Quadro 1 – Classificação das frutas segundo teor de pectina e acidez

Pm - média em pectina; Pp - pobre em pectina; Pr - rica em pectina;

Am - média em acidez; Ap - pobre em acidez; Ar - rica em acidez

Fonte: (LEME JR, 1968)

Na adição de pectina é necessário tomar-se certas precauções a fim de que não se formem grumos indesejáveis ou que esta seja destruída durante a cocção. Geralmente os fabricantes de pectina fornecem instruções quanto ao emprego e modo de adição. Nas indústrias a pectina em pó pode ser adicionada de 2 modos: o método mais comum emprega a pectina em pó dispersa em 5 a 10 partes de açúcar antes de ser adicionada lentamente à polpa ou suco de fruta quente à temperatura entre 71 a 77°C, porém, existe a recomendação para não utilizar temperaturas acima de 72°C.

A pectina não deve ser adicionada à 100°C, pois nesta temperatura o açúcar se dissolve mais rapidamente que a pectina, prejudicando a sua dissolução e podendo, desta forma, provocar grumos difíceis de serem eliminados mesmo sob agitação. No ponto de adição da pectina a mistura da fruta não deve ter Brix superior a 20°, pois a solubilidade da pectina diminui em concentrações superiores de açúcar, favorecendo o aparecimento de grumos.

Recomenda-se, também, como segunda alternativa, a adição da pectina em pó, sob a forma de solução. Este método possui como vantagens o melhor controle da dissolução da pectina e a redução da sua hidrólise, visto que esta pode ser adicionada próximo ao final da cocção. A desvantagem deste processo é o aumento da quantidade de água que deverá ser evaporada e a exigência de um controle microbiológico cuidadoso da solução, para evitar contaminações que poderão causar a hidrólise enzimática da pectina.

Para fixar o que foi dito sobre a adição de pectina para a produção de geleias, o Quadro 2 é bastante útil.

Adicionar mais pectina quando:	Adicionar menos pectina quando:
• se deseja um gel mais firme;	• se deseja um gel menos firme;
• o teor de pectina na fruta é menor;	• o teor de pectina na fruta é alto;
• o teor de sólidos solúveis é menor;	• o teor de sólidos solúveis é alto;
• se emprega fruta muito madura;	• se efetua cocção a vácuo.
• se emprega xarope de glicose;	
• se emprega suco despectinizado;	
• o envase é feito em grandes recipientes;	
• o pH é mais alto.	

Quadro 2 - Quantidade estimada de pectina a ser adicionada à polpa ou suco de fruta durante a fabricação da geleia
Fonte: (JACKIX, 1988)

- Preparo da solução de pectina (pectina líquida)

Na indústria, a solução de pectina pode ser preparada por 3 processos (JACKIX, 1988):

- adicionar 97 litros de água fria para 3kg de pectina e agitar em tacho a 4000 rpm, durante 6 a 8 minutos;
- adicionar 97 litros de água a 70°C para 3 kg de pectina e 12 kg de açúcar e agitar a 1200 rpm, a quente, até a completa dissolução;
- adicionar 80 kg de água em ebulição a 2,5 kg de pectina e 11,5 kg de açúcar. Ferver durante 2 a 3 minutos. Completar o peso final para 94 kg pela adição de água fervente, caso seja necessário.

A adição de pectina líquida pode ser feita em qualquer ponto da cocção, porém, de preferência que seja mais próximo do ponto final reduzindo assim, ao máximo, a sua degradação.

2.3 Açúcar nas geleias

O açúcar é um dos componentes das geleias, sendo que a sua quantidade, juntamente com a pectina e o ácido, determina a formação do gel. Além disso, age como conservante, pois quando presente em alto teor nos alimentos inibe o crescimento de microrganismos. A adição do açúcar melhora a aparência, o sabor e o rendimento do produto acabado e mais, o tipo do açúcar e o método de adição durante a cocção também afetam a qualidade da geleia. A sacarose proveniente da cana-de-açúcar ou beterraba (no caso da Europa) é o principal açúcar empregado na fabricação de geleias. Algumas vezes, parte da sacarose pode ser substituída pela glicose de milho e mais raramente por mel ou melado de cana.

2.3.1 Açúcar invertido

A sacarose durante o aquecimento pode sofrer mudanças químicas convertendo-se em uma mistura de partes iguais de glicose e frutose, chamada de açúcar invertido.

SACAROSE + ÁGUA -----► GLICOSE + FRUTOSE
(açúcar invertido)

A vantagem da presença do açúcar invertido na geleia é que este pode diminuir ou impedir a sua cristalização. A mistura de sacarose, frutose e glicose possui melhor solubilidade que a sacarose pura, de forma que se pode atingir uma concentração de sólidos acima de 68,8% sem que ocorra cristalização.

Em geral, recomenda-se que 35 a 40% do açúcar presente na geleia esteja sob a forma invertida, equivalente a no máximo 25% do peso total da geleia, ou seja, a quantidade de sacarose deve estar sempre em maior quantidade. Uma inversão excessiva da sacarose pode aumentar demais a concentração da glicose causando a sua granulação ou a formação de cristais. Portanto, o grau de inversão da sacarose deve ser controlado durante a fabricação da geleia, e depende de fatores, tais como:

- a) concentração dos íons hidrogênio na mistura, ou seja, do pH;
- b) temperatura de cocção;
- c) tempo de cocção.

Como as frutas possuem composições variadas, a padronização dos parâmetros, visando manter o nível de inversão, nem sempre é possível. Em processos de concentração a vácuo, onde a temperatura alcançada é baixa, o açúcar invertido formado é de aproximadamente 20%, sendo necessário a adição de um xarope de glicose ou de açúcar invertido.

Nas grandes indústrias o açúcar invertido é preparado em separado, sendo adicionado à geleia na proporção desejada. Nas indústrias menores ou em escala artesanal, um controle razoável do nível da inversão da sacarose pode ser conseguido pela adição da mesma em 2 etapas (ver item 2.3.3).

O xarope de açúcar invertido pode ser obtido submetendo-se uma solução de sacarose à ação de ácido e de calor. Após a inversão completa, adiciona-se bicarbonato de sódio a fim de neutralizar a acidez. Segundo Rauch (1978), pode-se empregar os ácidos clorídrico, tartárico ou cítrico para a inversão do açúcar (Quadro 3).

Ácido clorídrico	Dissolver 51,7 kg de açúcar em 25,4 kg de água e adicionar 56,8 ml de ácido clorídrico diluído (50%) sob agitação e aquecimento da mistura a 93°C por 20 minutos. Após este tempo adicionar 20g de bicarbonato de sódio para neutralização do ácido
Ácido tartárico	Dissolver 51,7 g de açúcar em 25,4 kg de água e adicionar 99,2 g de ácido tartárico e aquecer a mistura a 93°C por 45 minutos. Após este período adicionar 106,3 g de bicarbonato de sódio. Caso a água empregada seja do tipo dura, é necessário adicionar muito mais bicarbonato de sódio.
Ácido cítrico	Dissolver 51,7 g de açúcar em 25,4 kg de água e adicionar 141,7 g de ácido cítrico e aquecer a mistura a 93°C por 45 minutos. Após este período adicionar 156,2 g de bicarbonato de sódio. O

Quadro 3 - Uso de ácidos para inversão do açúcar
Fonte: (RAUCH, 1978)

Todos os xaropes devem ser resfriados após o aquecimento, a fim de evitar as reações de escurecimento. O xarope de açúcar invertido com 70% de sólidos solúveis ferve a temperaturas mais elevadas que o xarope de sacarose sem inversão, na mesma concentração.

2.3.2 Glicose

Em alguns casos a glicose, que é o açúcar derivado da hidrólise parcial do amido do milho, pode substituir o xarope invertido. A substituição da sacarose pela glicose na proporção de 5 a 15% melhora a qualidade da geleia, pois dá uma aparência brilhante, retarda a cristalização, impede a exsudação (sinérese) e ainda propicia a fabricação de produto menos doce, uma vez que a doçura da glicose é menor que a da sacarose.

Nas geleias em que há adição da glicose ou xarope de glicose observa-se um aumento na temperatura de geleificação e a necessidade de se aumentar a quantidade de pectina para manter a consistência do gel. Em geleias com 67% de sólidos solúveis, a pH 3,0 e 45% de frutas, as alterações são as descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Quantidade de pectina para manter o gel em presença de xarope de glicose (geleia com 67% sólidos, pH 3,0 e 45% de frutas).

Sacarose substituída por xarope de glicose (%)	Adição adicional de pectina para manter o gel	Temperatura de geleificação (°C)
0	0	70-75
10	7	72-77
15	11	75-80
25	18	77-82
50	73	80-85

Fonte: (JACKIX, 1988)

2.3.3 Adição do açúcar (sacarose)

O açúcar pode ser adicionado em estado sólido ou sob a forma de xarope. No Brasil as pequenas indústrias usam o açúcar sólido que é adicionado ao suco ou polpa no início da concentração. Entretanto, a fim de assegurar a proporção de 35-40% de inversão da sacarose na geleia, pode-se adicionar o açúcar de 2 vezes, conforme testes efetuados na Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais CETEC (1980). A primeira parte, equivalente a 1/3 do total do açúcar, deve ser adicionada no início da cocção, e a mistura não deve ultrapassar 30° Brix. O restante do açúcar (2/3), deve ser adicionado quando a mistura atingir 35° Brix. Após a adição da segunda parte do açúcar, o tempo de cocção da geleia deve ser o mínimo possível, evitando-se assim, que mais sacarose seja invertida.

A determinação da quantidade exata de açúcar a ser adicionada na geleia é muito importante, pois é ela que irá assegurar o teor de sólidos solúveis necessário para a formação do gel, podendo variar entre 65 a 68,5%, de acordo com a legislação de diferentes países.

Em escala doméstica ou artesanal a adição de quantidade excessiva de açúcar é um dos principais fatores de fracasso na fabricação de geleias. A quantidade de açúcar a ser adicionada depende do teor de pectina presente na fruta. Para sucos ou polpas ricas em pectina, a proporção de polpa: açúcar pode ser 1:0,8 a 1:1,2. Para os sucos com teor médio de pectina, a proporção é de 1:0,5 a 1:0,7.

Um método prático empregado em algumas indústrias para verificar a quantidade de açúcar a ser adicionado ao suco é cozinhar um pequeno volume do mesmo (200 ml) com quantidades crescentes de açúcar (100, 150 e 200 g) e despejar em um vidro de geleia ou copo qualquer, resfriar e observar qual a proporção que forneceu o melhor gel. As indústrias geralmente preferem ajustar os teores de pectina e de ácido de diferentes sucos de frutas para valores previamente especificados em fórmulas-padrões, de forma que a proporção de açúcar a ser adicionado seja constante.

2.4 Ácidos

Nas frutas os ácidos fornecem a acidez indispensável para a formação do gel. A acidez nas frutas é variável e depende do tipo e da quantidade de ácido presente e da presença de tampões. Os sucos podem ser classificados em ricos e pobres em acidez (Quadro 1), sendo

a adição de acidulantes, nos últimos, indispensável para a formação do gel. Os ácidos mais comuns encontrados nas frutas são: o cítrico, o tartárico e o málico.

Existe uma diferença entre quantidade e intensidade de acidez nas frutas que precisa ser esclarecida. A quantidade ou acidez total mede a quantidade de álcali necessária para neutralização do ácido, e é conhecida como acidez titulável. Nas geleias, a acidez total média fica entre 0,5 a 0,8%; acima de 1% ocorre a sinérese, que é a perda de água na geleia, e abaixo de 0,3% não há formação de gel.

A intensidade da acidez é dada pela concentração de íons hidrogênio dissociados ou livres que existem na solução e é determinada pelo pH. A escala de pH varia de 0-14, sendo o pH neutro igual a 7,0, o pH ácido <7,0 e o básico >7,0.

Quanto menor o pH, ou seja, maior quantidade de íons hidrogênio presentes, mais ácida é a solução. Em sucos de fruta é comum se encontrar uma acidez titulável alta e o pH também alto. Este fato decorre da presença de sistemas tampões na fruta, que mantêm o pH estável mesmo na presença de grandes quantidades de ácido. Os sais minerais e a pectina possuem um efeito tampão nos sucos de frutas.

Como a formação de geleia está relacionada com a concentração de íons hidrogênio, ou seja, o pH do suco ou polpa de fruta, e não com a sua acidez titulável, algumas frutas, mesmo consideradas ácidas, necessitam da adição de acidulante para que o gel se forme. De acordo com o teor de sólidos solúveis presentes na geleia, existe um intervalo de pH ideal para a formação do gel conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Relação pH e Brix na formação do gel

% de sólidos solúveis na geleia	pH
68 a 72	3,0 a 3,3
64 a 68	2,9 a 3,1
60 a 64	2,8 a 3,0

Fonte: (JACKIX, 1988)

Em geral, nas geleias, a concentração mínima de íons hidrogênio em que ocorre a geleificação equivale ao pH 3,4 – independentemente do tipo de ácido empregado. A rigidez da geleia também depende do pH, sendo mais dura quando o pH é mais baixo. Porém, em pH inferior a 3,1 ocorre sinérese ou exsudação.

2.4.1 Adição do ácido

A quantidade de ácido a ser adicionado deve ser suficiente para ajustar o pH da mistura para 3,2, portanto, depende do pH inicial do suco ou polpa. Em geral, as frutas ácidas necessitam de pouca ou nenhuma adição de ácido, ao contrário daquelas de reduzida acidez, que requerem uma quantidade maior de acidulante.

O ácido cítrico é o mais utilizado para a correção da acidez nas geleias, porém, outros ácidos como o málico, o lático e o tartárico também são empregados. Como o poder acidulante de cada um deles é diferente, a quantidade necessária para se chegar a um determinado pH varia com o tipo de ácido.

O ácido fosfórico possui um poder de abaixamento de pH 4 vezes superior ao do cítrico, sem conferir um sabor fortemente ácido, podendo ser empregado quando se deseja uma geleia de sabor mais suave quanto à acidez.

O ácido tartárico não deve ser adicionado em geleias de uva e de maçã, pois estas frutas já contêm um teor relativamente alto desta substância, podendo a adição de uma pequena quantidade extra provocar a cristalização do mesmo sob a forma de tartarato de potássio. Nas indústrias a preferência é pela adição do ácido próximo do ponto final da geleia, evitando-se assim, a hidrólise da pectina.

3 PROCESSAMENTO

Geralmente nas grandes indústrias de processamento de frutas existem linhas completas para a fabricação de geleias, sendo a maioria das etapas controladas automaticamente. Nas pequenas e médias empresas os equipamentos são mais simples, e o controle das diversas fases depende do operador. Cada fábrica, de acordo com a disponibilidade de equipamentos e as condições de infraestrutura, segue um determinado padrão de processamento. A Figura 6 mostra as etapas de fabricação de geleia com uso de tacho a vácuo.

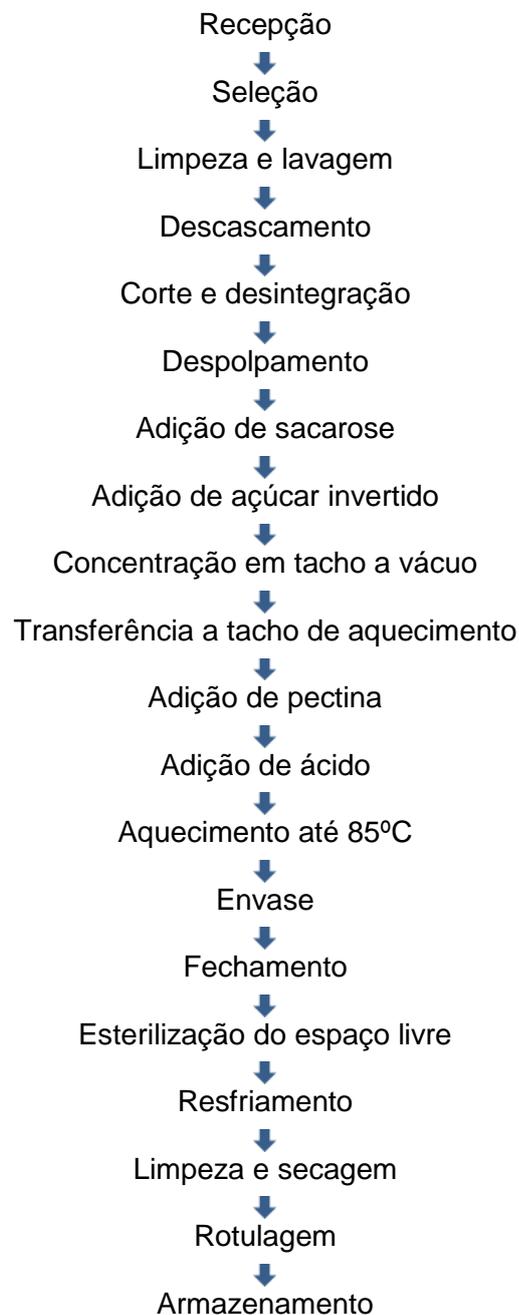


Figura 6 - Fluxograma de processamento de geleia em tacho a vácuo
Fonte: Adaptação de (JACKIX, 1988).

3.1 Etapas do processamento

A qualidade final de uma geleia depende principalmente do controle de algumas etapas básicas do processamento.

3.1.1 Seleção

As frutas, em ponto de maturação adequada, são levadas à sala de processamento e selecionadas manualmente em mesas simples ou em esteiras de seleção. Recomenda-se que os funcionários sejam treinados para a seleção e orientados quanto aos aspectos higiênicos da operação. Nas grandes indústrias a seleção ou classificação é executada mecanicamente.

Na seleção das frutas considera-se os aspectos físicos de cor, aroma, textura e o ponto de maturação. Não é importante, neste caso, o tamanho, a superfície o peso unitário; no entanto, caso as etapas posteriores de descascamento, corte e descarçamento sejam efetuadas automaticamente, é preferível que as frutas tenham um tamanho uniforme para um melhor rendimento e eficiência da máquina. todas as frutas que apresentem machucaduras ou estragos devem ser descartadas. Frutas verdes devem ser guardadas em local próprio para que amadureçam adequadamente.

3.1.2 Limpeza e lavagem

A limpeza consiste em remover as sujidades e contaminantes que se encontram junto com as frutas. Esta operação, quando bem executada, limita bastante a recontaminação e auxilia a lavagem. Embora existam equipamentos para lavagem das frutas, o processo manual ainda é muito usado. O método mais simples, e também o mais empregado, consiste em um banho de imersão das frutas em água limpa, de preferência clorada. Os tanques de imersão devem ser de aço inox e nunca de madeira ou outro material poroso; devem possuir 2 saídas: uma no fundo, para a eliminação de material mais pesado e outra na superfície, para a remoção de sujidades mais leves. A lavagem pode ser feita também por agitação em água ou por aspersão, sendo este último processo bastante recomendado.

O método mais eficiente é o processo combinado de lavagem, que é executado em equipamentos que incluem unidades de imersão, aspersão e escoamento da água de lavagem, que pode ser reciclada de forma a ser reaproveitada nas etapas anteriores, permitindo, com isto, uma boa economia de água.

3.1.3 Descascamento

Esta operação pode ser executada tanto manual como mecanicamente, dependendo do tipo de fruta e infraestrutura da indústria. Todas as frutas podem ser descascadas manualmente com auxílio de facas inox, sendo que o rendimento e os resultados podem ser muito bons quando efetuados por funcionários treinados. Entretanto, no caso de algumas frutas, como manga, o descascamento é uma das etapas limitantes do processamento, devido à dificuldade de execução.

O descascamento mecânico pode ser feito por corte ou raspagem da pele ou casca por abrasivos. As frutas para serem descascadas automaticamente devem ser o mais uniforme possível quanto ao tamanho e forma, a fim de facilitar a regulagem da máquina, aumentando a eficiência e reduzindo as perdas.

Antes do descascamento as frutas podem sofrer um tratamento físico ou químico com a finalidade de abrandar a casca e facilitar o pelamento. Entre os processos físicos estão os tratamentos da fruta por calor seco ou úmido e pelo frio. O tratamento químico é feito por meio de soda, isoladamente, ou conjuntamente com vapor.

3.1.4 Corte e desintegração

As frutas que serão conservadas em pedaços são cortadas ao meio ou em quatro, com auxílio de facas inox. É mais comum, porém, a desintegração das frutas para polpa em desintegradores que podem funcionar à temperatura de até 90°C. O aquecimento amolece as frutas auxiliando a trituração e inibe também o escurecimento do tipo enzimático.

3.1.5 Despoldamento

O despoldamento é feito em despoldadeiras que têm por finalidade separar a polpa do material fibroso, caroços, sementes e algumas vezes da casca. Algumas frutas podem ser lançadas inteiras na despoldadeiras, outras precisam ser descascadas e, no caso de frutas mais duras há necessidade de desintegração prévia.

A polpa preparada pode ser encaminhada diretamente para a linha de processamento de geleia ou passar por uma prévia prensagem e classificação. Caso a polpa não seja empregada imediatamente, esta pode ser conservada por congelamento, esterilização e envase a quente ou uso de substâncias químicas.

3.1.6 Concentração

A concentração da geleia é feita por cocção em fervura até o Brix desejado. Esta etapa também tem a finalidade de dissolver o açúcar no suco e promover sua união com a pectina e com o ácido para formar o gel. Durante a cocção são destruídos os microrganismos e as enzimas presentes, propiciando melhores condições de conservação ao produto. Outros compostos orgânicos presentes na mistura são coagulados durante a fervura, devendo ser retirados com o auxílio de uma escumadeira no final da concentração, não sendo necessário removê-los continuamente.

A duração da cocção é variável, dependendo do tipo e tamanho do tacho, do tipo de aquecimento, do volume da mistura e, principalmente, da temperatura. De todos os modos, deve-se adequar os parâmetros acima com o tipo de geleia que está sendo processada, de forma que o tempo de fervura seja o mínimo possível, visto que o aquecimento prolongado pode causar alterações organolépticas (sabor e cor), inversão excessiva da sacarose e hidrólise da pectina, dificultando ou mesmo impedindo a formação do gel.

- Tempo de cocção

Em geral, a fervura da polpa ou suco deve ser lenta antes da adição do açúcar e muito rápida depois, a fim de se obter uma geleia de boa qualidade. Recomenda-se que o período total de cocção não ultrapasse 20 minutos.

Um dos fatores que influenciam o tempo de cocção é a relação entre a capacidade do tacho e a superfície de aquecimento, sendo que quanto maior o volume em relação à superfície de aquecimento maior será o tempo de cocção. Portanto, deve-se dar preferência a tachos pequenos para a concentração de geleias. Em tachos esféricos com camisa de vapor temos as relações descritas na Tabela 3.

Tabela 3 – Capacidade do tacho e superfície de aquecimento

Diâmetro (m)	Superfície de aquecimento (S) em m ²	Volume (V) em litros	Relação V/S
0,50	0,4	36	90
1,00	1,6	260	162,5

Fonte: (RAUCH, 1978)

Logo, em tachos grandes, o tempo de cocção pode ser prolongado excessivamente, com prejuízo da qualidade do produto.

Quando as geleias atingem o ponto final, deve-se desligar o vapor dos tachos imediatamente e proceder ao esfriamento e envase o mais rápido possível, pois a altas temperaturas o grau de inversão da sacarose pode ser excessivo devido ao aumento da velocidade da reação.

Observa-se que com o ácido clorídrico 0,1N e temperatura de 20°C, a inversão completa da sacarose ocorre em 328 horas, ao passo que a 80°C são necessários apenas 11,2 minutos (RAUCH,1978).

- Temperatura

Duas temperaturas devem ser consideradas durante a cocção da geleia. A primeira é a temperatura de aquecimento, que depende da pressão de vapor e é necessária para dar início ao processo de cocção, e a segunda é a temperatura de cocção, na qual se deve efetuar a fervura da geleia até alcançar o ponto final. A manutenção da pressão de vapor é, portanto, importante para um aquecimento homogêneo, sendo indispensável a instalação de manômetros para o seu controle.

A temperatura de cocção sofre a influência da pressão barométrica e da densidade da mistura, sendo ambas variáveis. Porém, uma vez determinada esta temperatura, ela pode ser empregada para a indicação do ponto final.

- Tipo de cocção

A concentração pode ser efetuada em tachos abertos ou a vácuo. Nas pequenas indústrias é mais comum o emprego de tachos abertos no processamento de geleias. O tempo total de cocção por este processo não deve exceder de 20 minutos, a fim de evitar a excessiva inversão e caramelização do açúcar. Caso o açúcar seja substituído por xarope, este é adicionado de uma só vez no início do processo de concentração.

A concentração a vácuo, em tacho fechado, ocorre a baixas temperaturas, o que traz as seguintes vantagens:

- processamento de bateladas maiores de geleia sem incorrer na caramelização;
- dispensa de resfriamento após alcançado o ponto final;
- melhor conservação das características sensoriais da fruta;
- melhor penetração do açúcar nos pedaços de fruta quando se quebra o vácuo;
- redução do grau de hidrólise da pectina durante a cocção, o que permite a sua adição entre 5-10% a menos que nos processamentos em tachos abertos. O tipo de pectina recomendada neste caso é o de média ou baixa velocidade de geleificação.

As desvantagens da concentração a vácuo são as dificuldades de controle do processo, a ausência do sabor de caramelização que caracteriza uma geleia do tipo artesanal e a necessidade de aquecimento da geleia a 85-88°C antes do envase.

Durante o processamento de geleias em tachos a vácuo deve-se lembrar que devido à baixa temperatura de cocção, o grau de inversão da sacarose é pequeno, sendo necessário substituir uma parte da mesma por açúcar invertido ou glicose. Outro procedimento usual consiste em adicionar uma pequena quantidade de ácido cítrico ao açúcar, a fim de invertê-lo parcialmente antes de adicioná-lo ao suco ou polpa.

Caso sejam empregadas frutas conservadas em SO₂ é necessário efetuar a remoção prévia do SO₂ em tacho aberto. Recomenda-se também o uso de tachos de pré-mistura para a dissolução do açúcar com o ácido no suco ou polpa de fruta. Esta mistura é geralmente aquecida a 60-71°C e então transferida para os tachos a vácuo, onde é concentrada até o teor de sólidos desejado.

No ponto final da cocção, o vácuo é quebrado e a geleia é transferida para os tanques de aquecimento, onde são adicionados a pectina e o ácido, caso sejam necessários, e aquecida até 85°C, antes de se efetuar o envase.

3.1.7 Determinação do ponto final

O ponto final pode ser verificado pelo índice de refração, pela determinação da temperatura de ebulição e pelo teste da colher. Destes métodos o mais exato é o primeiro, porém, devido à necessidade do refratômetro para a sua execução é utilizado apenas nas indústrias maiores. O teste da colher, quando executado por um operador experiente juntamente com a medição da temperatura de ebulição, pode ser um método bastante preciso para verificação do ponto final.

- Índice de refração

Este índice indica o teor de sólidos solúveis presente na geleia e pode ser medido em refratômetros manuais ou automáticos, acoplados ou não aos tachos de concentração. A determinação é feita tomando-se uma pequena amostra da geleia, resfriando-a até 20°C e espalhando-a no prisma do aparelho. A leitura é feita diretamente na escala em graus Brix.

Os refratômetros normalmente vêm acompanhados de um sistema de resfriamento da amostra para 20°C, sendo, portanto, necessário efetuar correção caso a leitura seja efetuada em outra temperatura. A geleia no ponto final deve apresentar um teor de sólidos de 68%, a 20°C.

- Teste da colher

Este teste consiste em retirar, com o auxílio de uma colher ou pá, uma pequena porção de geleia, incliná-la e deixá-la escorrer:

- se escorrer em forma de fio ou formar gotas, a geleia não está no ponto;
- se ficar parcialmente solidificada ou escorrer sob a forma de lâminas ou flocos limpos, a concentração está no ponto desejado.

Uma variação do teste da colher consiste em deixar cair gotas de geleia em um copo com água fria. Se as gotas alcançarem o fundo do copo sem desintegrarem-se significa que a geleia está no ponto de geleificação. Vale lembrar que diferentes sucos podem se comportar de formas diversas.

- Temperatura de ebulição

Outro método utilizado, geralmente em conjunto com o teste da colher, é a determinação da temperatura de ebulição da mistura com auxílio de um termômetro graduado até 110°C. À medida que uma solução se concentra a sua temperatura de ebulição aumenta, sendo possível estabelecer uma relação entre esses dois parâmetros. No ponto de gelatinização a geleia entra em ebulição a aproximadamente 5°C acima da temperatura de ebulição da água pura. No nível do mar a temperatura de 104 a 105,7°C corresponde a uma concentração de 65 a 68% de sólidos solúveis na geleia, sendo que em altitudes diferentes ocorrem pequenas variações (Tabela 4).

Tabela 4 - Conversão da temperatura de ebulição de uma mistura para °Brix

°Brix	Nível do mar	500m	1000m	1500m	2000m
50	102,2	100,5	98,8	97,1	95,4
60	103,7	102,2	100,3	98,6	96,9
62	104,1	102,4	100,7	99,0	97,3
64	104,6	102,9	101,2	99,5	97,8
66	105,1	103,4	102,7	100,0	98,3
68	105,7	104,0	102,3	100,6	98,9
70	106,4	104,7	103,0	101,3	99,6
72	107,3	105,5	103,0	102,1	100,4
74	108,3	106,6	104,8	103,1	101,4
76	109,5	107,8	106,1	104,4	102,7

Fonte: (MEYER, 1978)

Obs.: O uso do refratômetro é mais exato, mas para o processamento de geleias, a medida da temperatura é mais simples e fornece uma ideia aproximada do teor de sólidos presentes na mistura.

Geralmente as fábricas estabelecem uma temperatura final adequada, que é sempre seguida nos processamentos, visando atender os seus padrões de qualidade e as exigências dos consumidores.

3.1.8 Acondicionamento

A geleia ao atingir o ponto final é acondicionada em recipientes apropriados para a sua comercialização. Esta etapa é geralmente executada manualmente e apenas nas grandes indústrias é automática. Os potes de vidro são as embalagens preferidas para o envase das geleias e, menos frequentemente, as latas estanhadas revestidas de verniz; poucas fábricas utilizam potes de polipropileno. Todas as embalagens devem ser lavadas cuidadosamente e enxutas antes de se proceder ao envase. As operações de limpeza dos recipientes devem ocorrer concomitantemente com as de envase, de forma que estas não faltem durante esta fase do processamento. Estão incluídas nesta etapa as operações de esfriamento ou aquecimento da geleia, envase e resfriamento da geleia embalada.

- Temperatura de envase

Em geral a temperatura de envase das geleias deve ser em torno de 85°C, porém, pode variar de acordo com o tamanho da embalagem. O envase nesta temperatura tem por finalidade assegurar uma geleificação adequada, uma distribuição homogênea de frutas, uma padronização de peso nas embalagens, redução dos riscos de quebra dos vidros devido ao choque térmico e diminuição das alterações de cor e sabor.

O envase em embalagens pequenas deve ser feito a temperaturas acima de 85°C, porém, estas necessitam ser resfriadas logo em seguida, a fim de evitar o aquecimento por tempo excessivo da geleia. Em escala artesanal ou doméstica basta a remoção da panela da fonte de aquecimento e pequena agitação antes de se proceder ao envase.

Quando são empregadas embalagens de grande capacidade, a temperatura de envase pode ser ao redor de 45-50°C, usando-se a pectina de geleificação lenta a fim de facilitar o resfriamento posterior da geleia embalada. Deve-se lembrar que o envase à temperatura inferior a 82°C dificulta a obtenção do vácuo.

Existe uma relação entre a temperatura de envase e tamanho do recipiente, conforme dados da Tabela 5.

Tabela 5 – Temperatura máxima de envase por capacidade da embalagem

Tamanho da embalagem (kg)	Temperatura máxima de envase (°C)
0,25	94
0,50	91
1,00	86
2,00	81
5,00	74
10,00	70
20,00	65

Fonte: (ITAL, 1981)

As geleias processadas em tacho aberto têm geralmente temperatura superior a 100°C no ponto final e devem ser resfriadas a 85°C, antes do envase. O resfriamento abaixo desta temperatura não é aconselhável, pois pode causar uma geleificação precoce nos tachos, dificultando o envase, e ainda facilitar a recontaminação microbiológica do produto.

O método mais simples de resfriamento da geleia é por meio da circulação de água fria em tanques com camisa e agitação, porém, existe o inconveniente da geleificação nas paredes laterais dificultando a transmissão de calor. Um procedimento adotado nas indústrias, com bons resultados, consiste em fazer a geleia escorrer sob a forma de um filme, através de uma bandeja inclinada diretamente para o reservatório da enchadeira. Em algumas indústrias a geleia é descarregada pela abertura inferior do tacho e bombeada para o sistema de resfriamento, que é conectado aos tanques das enchadeiras. Qualquer método adotado para o resfriamento deve levar em conta que este deve ser rápido, pois uma demora nesta operação equivale a um superaquecimento da geleia, com consequente inversão excessiva de açúcar, hidrólise de pectina e escurecimento, por caramelização.

Quando se trata de geleias processadas a baixas pressões, há necessidade de aquecê-la a 85°C logo após a quebra do vácuo, a fim de evitar o desenvolvimento de fungos e leveduras osmofílicas. Deve-se proceder ao envase tão logo a temperatura adequada seja atingida.

- Envase da geleia

A operação de envase deve ser organizada de forma que o trabalho possa ser executado em pouco tempo, diminuindo assim as chances de contaminação microbiana. Este processo pode ser automático, porém, o mais comum é o manual.

Nas grandes indústrias empregam-se máquinas automáticas, que distribuem a geleia no volume exato e de forma uniforme em cada recipiente. É importante manter o teor de sólidos solúveis constante e, portanto, a temperatura de envase nas enchadeiras automáticas deve ser sempre a mesma, a fim de evitar variações no peso do produto embalado (Tabela 6).

Tabela 6 – Relação entre o teor de sólidos solúveis e o volume da geleia

Teor de sólidos solúveis (%)	Volume (cm ³)/kg de geleia a 20°C
61	792
63	735
65	729
67	722
69	716

Fonte: (JACKIX, 1988)

A geleia na temperatura adequada é bombeada para os tanques de recepção conectados à enchadeira que possui diversos adaptadores removíveis, próprios para o envase de embalagens de tamanhos variados. Não se recomendam enchadeiras automáticas para geleias contendo pedaços de fruta, pois neste caso a distribuição pode não ser uniforme e, também, porque os pedaços maiores de frutas podem entupir o bocal de envase da máquina.

Algumas geleias tendem a formar bolhas na superfície do vidro enquanto estão quentes e por isto algumas enchadeiras vêm acopladas com dispositivo automático colocado em um determinado ponto da linha de operação, próprio para remoção da espuma por sucção.

Nas indústrias onde o volume de processamento é menor, a operação de envase é executada manualmente. É importante que um espaço adequado na fábrica seja destinado a esta operação, com mesas próprias e com carrinhos para transporte. Um dos métodos consiste no emprego de mesa circular, giratória, na qual estão dispostas as embalagens previamente lavadas e esterilizadas. Próximo à mesa está o tanque com a geleia que será derramada manualmente para dentro dos recipientes. À medida que as embalagens são cheias, gira-se a mesa e um operário as retira, repondo outras vazias no lugar.

Outro método consiste em dispor as embalagens limpas em bandejas e transportá-las em carrinhos até próximo ao tacho com a geleia. As embalagens cheias são limpas externamente, fechadas na própria bandeja e enviadas para o resfriamento. As embalagens grandes, com capacidade superior a 10 kg, devem ser enchidas de 3 vezes, evitando-se assim que a parte central fique superaquecida, comprometendo a qualidade da geleia.

- Fechamento das embalagens

Após o envase os vidros devem ser fechados imediatamente. As tampas para os vidros são feitas de metal e providas de anéis vedantes, permitindo um fechamento hermético tanto manualmente como mecanicamente. Existem também as tampas de rosca para vidros cujo vedamento é dado por uma gaxeta de borracha, que deve ser de boa qualidade e suportar bem a temperatura de esterilização.

O fechamento das latas é feito com tampas envernizadas internamente em recravadeiras, sendo que algumas são providas de um sistema de injeção de vapor que fornece vácuo suficiente. Quando não ocorre injeção de vapor, deve-se efetuar uma esterilização do espaço livre, e resfriamento progressivo, porém rápido, para poder formar o vácuo parcial. A esterilização do espaço livre é também indispensável para melhorar a conservação do produto visto que, após o fechamento e resfriamento, ocorre condensação de vapor e formação de um filme de geleia com baixo teor de sólidos, favorecendo o crescimento de microrganismos.

- Esterilização

Os vidros de geleia que foram fechados à temperatura igual ou superior a 85°C (embalagens pequenas) não necessitam ser esterilizados, pois a própria geleia quente esteriliza a embalagem e suas tampas. Quando o envase ocorreu a temperaturas inferiores a 85°C é indispensável o tratamento térmico.

Nas grandes fábricas usa-se o processo de esterilização contínuo, no qual os vidros de geleia são levados por meio de um conduto aramado para um tanque de esterilização, cuja temperatura da água é mantida constante por meio de termostatos. Geralmente a temperatura de 82°C para um período de 30 minutos. As geleias que são embaladas a quente (próximo a 85°C) necessitam de menos tempo ao passo que as que são embaladas a frio, principalmente em recipientes maiores, requerem um período mais longo de esterilização.

Nas pequenas indústrias, ou escala doméstica, um conjunto de vidros ou latas pode ser colocado em cestos de arame e transferido para tachos ou tanques contendo água quente. Deve-se executar testes de penetração de calor, a fim de poder-se determinar com exatidão o tempo de esterilização adequado para cada tamanho de recipiente e variedade de geleia.

- Resfriamento

As geleias, tanto as que sofreram esterilização ou que foram embaladas a quente (temperatura acima de 85°C), devem ser resfriadas logo em seguida, porém, não com excessiva rapidez. Caso sejam deixadas quentes por muitas horas podem apresentar alterações de sabor. Os vidros e os recipientes grandes podem ser resfriados passando-os através de um túnel com ar frio, ou então dispendo-os em local com correntes de ar frio, até que a geleificação se complete.

As geleias enlatadas podem ser resfriadas através de banhos de água de temperatura decrescentes, sendo a temperatura final igual ou um pouco superior à ambiente, a fim de facilitar a secagem das embalagens. Existe um sistema de resfriamento geralmente acoplado aos esterilizadores que consiste em passar os copos ou vidros de geleia por esguichos de água a temperaturas decrescentes (60, 30 e 16°C) e, finalmente, por ar frio, a fim de remover a água das tampas.

3.1.9 Rotulagem e armazenamento

As geleias completamente resfriadas e secas são levadas para mesas com o auxílio de carrinhos, onde resíduos de geleia são removidos do exterior das embalagens, rotuladas e acondicionadas em caixas próprias para transporte.

O armazenamento das geleias deve ser feito em local fresco e ao abrigo de luz, a fim de evitar alteração de cor nos produtos.

4 DEFEITOS NAS GELEIAS

A elaboração de geleias, por depender de vários fatores, pode apresentar problemas que provocam defeitos no produto final e que são, muitas vezes, detectados visualmente por operadores treinados. Porém, é sempre necessário efetuar a determinação do teor de sólidos solúveis, da acidez livre, do pH, da porcentagem de inversão do açúcar e do grau de geleificação, a fim de confirmar a falha ocorrida no processamento.

O julgamento do sabor e da cor, apesar de ser um método subjetivo, deve ser realizado, pois é um auxiliar importante na detecção dos problemas nas geleias. Os defeitos mais comuns e suas causas são, segundo (RAUCH, 1970) e (JACKIX, 1982):

4.1 Gel pouco firme

- Quantidade insuficiente de pectina na fruta.
- Adição insuficiente de pectina.
- Grau baixo da pectina natural ou adicionada. Deve-se sempre testar o grau de geleificação.
- Pectina mal dissolvida.
- Pectina estragada; ocorre quando se emprega pectina velha armazenada em más condições. Deve-se sempre testar o poder de geleificação de uma pectina antes da sua utilização.
- Hidrólise excessiva da pectina devido à cocção prolongada. Deve-se ter o cuidado para não acrescentar quantidade excessiva de água e adicionar a pectina o mais próximo possível do ponto final.
- Acidez excessiva (pH muito baixo) rompe o sistema reticular da geleia causando sinérese.
- Pouca acidez (pH muito alto) impede a formação do gel.
- Um excesso de tampões, sob a forma de sais minerais, pode impedir por completo a geleificação.
- Adição de açúcar em demasia; ocorre quando a quantidade de açúcar está desequilibrada em relação à pectina e ao ácido na geleia.
- Resfriamento da geleia a temperatura muito baixa antes do envase pode causar uma geleificação prévia, resultando em um gel com grânulos (ruptura do gel).
- Baixo teor de sólidos solúveis, ocorrendo por tempo insuficiente de concentração.
- Movimento excessivo do recipiente antes da completa geleificação pode causar a ruptura do gel.

4.2 Gel muito duro

- Pectina excessiva, podendo levar à geleificação prematura.
- Teor de sólidos solúveis muito alto, devido a excesso de concentração.
- Acidez excessiva, baixo pH.

4.3 Sinérese

- Acidez excessiva (pH muito baixo, o gel se rompe).
- Deficiência de pectina.
- Pectina deteriorada.
- Pectina não dissolvida.
- Teor de sólidos muito baixo, por insuficiência de ebulição.
- Excesso de açúcar invertido.
- Alto teor de cálcio; pode ocorrer pelo uso de água dura.
- Envase à temperatura muito baixa, ocasionando uma geleificação prematura.

4.4 Cristalização

O processo de cristalização do açúcar pode ocorrer espontaneamente quando a concentração final da geleia excede 70%. Na geleia a cristalização pode ocorrer por:

- Excessiva inversão de sacarose, dando formação de cristais de glicose que se acentuam durante o armazenamento. São causas comuns: acidez excessiva, tempo de cocção prolongado e intervalo de tempo muito grande entre o ponto final da geleia e as etapas de envase e resfriamento. A granulação da glicose pode acontecer também quando se adiciona quantidade muito grande de açúcar invertido ou xarope de glicose nos processamentos a vácuo;
- Pouca inversão do açúcar, dando formação de cristais de sacarose que se acentuam durante o armazenamento. São causas comuns: pouca acidez, tempo de cocção muito curto e adição insuficiente de xarope de glicose ou açúcar invertido nos processamentos a vácuo;
- Presença de cristais de tártaro. Isto ocorre apenas no caso de geleias de uva que apresentam um excesso de cremor de tártaro no suco.

4.5 Separação das frutas do gel

A flutuação ou precipitação das frutas na geleia pode ocorrer quando se emprega pectina de geleificação lenta, quando o gel é fraco demais para sustentar as frutas e quando o envase é feito a temperaturas muito elevadas, causando demora para atingir a temperatura de geleificação.

4.6 Alteração de cor

- Polpas ou frutas descoloridas: é comum quando se utiliza frutas ou polpas mal lavadas, isto é, que contenham resíduos do SO₂ que foi empregado na preservação das mesmas. O uso de frutas verdes também altera a cor, pois estas possuem uma coloração menos intensa que as frutas maduras.
- Envase incorreto: ocorre principalmente com recipientes grandes nos quais o resfriamento foi muito demorado, provocando escurecimento no centro da embalagem.
- Caramelização do açúcar causada pela cocção prolongada que pode também alterar a cor do pigmento verde (clorofila).
- Emprego excessivo de sais tampões.
- Contaminação metálica: metais como ferro, estanho, zinco e cobre, quando presentes em excesso, podem causar a descoloração. Os fosfatos, magnésio, potássio e oxalatos e outros sais insolúveis destes metais podem causar turbidez.
- Frutas excessivamente maduras podem, também, causar um escurecimento na geleia. O tratamento prévio da fruta, com solução de açúcar ou salmoura, pode impedir o seu escurecimento.

4.7 Pedacos duros de fruta

Este problema ocorre quando os pedaços ou casca de frutas não sofreram um pré-cocimento suficiente em água antes de serem adicionados à geleia. Pode acontecer também quando a água de cocção da fruta é muito dura.

4.8 Espumas e bolhas

- Defeito no equipamento ou operação de envase.
- Geleificação muito rápida, não dando tempo para que as bolhas subam à superfície.
- Falta de espumação. As espumas devem ser removidas no final da cocção de uma só vez, não sendo necessário a espumação constante durante o processamento.
- Fermentação por contaminação microbológica, que pode ser detectada pela presença de cheiro acentuado de álcool.

4.9 Desenvolvimento de microrganismos

A causa principal é a falta de controle higiênico durante o processamento. Pode ser causado também por:

- Umidade excessiva e alta temperatura no local de armazenamento.
- Baixo teor de sólidos solúveis. Os teores de 68 e 56% de sólidos solúveis são os limites mínimos para as embalagens não herméticas e herméticas, respectivamente.
- Contaminação da geleia ou das tampas antes ou durante o fechamento. Isto pode ocorrer pela condensação após o fechamento, o que diminui o teor de sólidos solúveis na superfície da geleia, facilitando o crescimento de microrganismos que porventura estejam presentes. A recontaminação da geleia ocorre também quando a temperatura de envase é baixa.
- Ausência de vácuo nas embalagens herméticas.
- Geleia pouco firme também favorece o crescimento de leveduras.

4.10 Outros defeitos

- Perda de aroma: pode ocorrer durante o armazenamento de geleias embaladas em recipientes de plástico, devido à porosidade dos mesmos.
- Presença de aromas estranhos: pode ocorrer devido à contaminação antes ou durante o fechamento, pela absorção de substâncias químicas das embalagens e ainda pela adição excessiva de sais tampões.
- Alto teor residual de SO₂: pode dar-se pela má limpeza das frutas conservadas ou pelo excesso de SO₂ nas polpas.

5 CONTROLE DE QUALIDADE

Além da seleção da matéria-prima, da aplicação correta das técnicas de processamento, das Boas Práticas de Fabricação, o registro das observações feitas diretamente na fábrica, como formulações, processo, temperaturas, pressões, condições de manuseio da matéria-prima e do produto acabado, embalagens e condições de estocagem é muito importante para a eficiência da empresa. Uma rotina de verificação de pesagem poderá ser um modo simples de controle de qualidade, na maior parte das vezes bastante vantajoso.

O controle de produção da indústria deve assegurar um padrão de qualidade constante para o produto, verificando de forma sistemática alguns parâmetros essenciais, tais como o teor de sólidos solúveis na geleia, o equilíbrio na relação sacarose-açúcar invertido, o teor da acidez e o valor do pH. A acidez total não deve ser superior a 0,8% e inferior a 0,3%. O pH deve variar entre 3,0 a 3,4, a fim de evitar sinérese e a não geleificação. As medições do pH devem ser efetuadas no suco ou polpa de fruta, quando a mistura entra em ebulição e depois de se adicionar o ácido para correção do pH.

6 LEGISLAÇÃO ESPECÍFICA

A Resolução RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária/ANVISA (BRASIL, 2005), revogou a Resolução Normativa nº 15 de 1978, da antiga Câmara Técnica de Alimentos, que estabelecia o Padrão de Identidade e Qualidade das geleias de frutas, e aprovou o Regulamento Técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis.

Essa Resolução define produtos de frutas da seguinte forma:

são os produtos a partir de fruta(s), inteiras(s) ou em parte(s) e ou semente(s), obtidos por secagem e ou desidratação e ou laminação e ou cocção e ou fermentação e ou concentração e ou congelamento e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para a produção de alimentos. Podem ser apresentados com ou sem líquido de cobertura e adicionados de açúcar, sal, tempero, especiaria e ou outro ingrediente desde que não descaracterize o produto. Podem, ser recobertos (BRASIL, 2005).

E apresenta como requisitos gerais:

item 6.1:

os produtos devem ser obtidos, processados, embalados, armazenados, transportados e conservados em condições que não produzam, desenvolvam e ou agreguem substâncias físicas, químicas ou biológicas que coloquem em risco a saúde do consumidor. Deve ser obedecida a legislação vigente de Boas Práticas de Fabricação (BRASIL, 2005).

item 6.2:

os produtos devem atender aos Regulamentos Técnicos específicos de Aditivos Alimentares e Coadjuvantes de Tecnologia de Fabricação; Contaminantes; Características Macroscópicas, Microscópicas e Microbiológicas; rotulagem de Alimentos Embalados; Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados; Informação Nutricional Complementar, quando houver; e outras legislações pertinentes (BRASIL, 2005).

Conclusões e recomendações

Embora o processamento das geleias de fruta siga uma metodologia relativamente simples e requeira poucos equipamentos é necessário estar atento aos conceitos básicos de Ciência e Tecnologia de Alimentos que, no caso específico, envolvem o entendimento da formação do gel, do papel de cada um dos componentes do produto, e dos parâmetros físico-químicos que precisam ser controlados durante o processamento para se evitar os diversos tipos de defeitos.

Foi dada ênfase à importância de um bom controle de produção, preocupado não apenas com as Boas Práticas de Fabricação (BPF), mas com o registro das observações feitas na fábrica – formulações, processos, temperaturas, pressões, condições de manuseio da matéria-prima e do produto acabado, embalagens e condições de estocagem. Um laboratório de análise não é indispensável, porém, recomenda-se que as pequenas indústrias disponham de local próprio, com equipamentos mínimos necessários para a execução das determinações rotineiras em geleias, como forma de assegurar um produto com padrão de qualidade constante.

Referências

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 272, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 set. 2005. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0272_22_09_2005.html>. Acesso em 05 maio 2022.

CHITARRA, M.I.F; CHITARRA, A.B. **Pós colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320p.

CRUESS, W.V. Pectina, geleia e gelados. In: _____. **Produtos industriais de frutas e hortaliças**. São Paulo, Edgaxd Blücher, 1973. v.1, p.410-46.

FOOD-INFO. **O que é a pectina?** [S.l.], [20--?]. Disponível em: <<http://www.food-info.net/pt/qa/qa-wi6.htm>>. Acesso em: 02 maio 2022.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS-CETEC. **Desenvolvimento de formulações de geleias de frutas**: relatório final. Belo Horizonte, 1981. 25p.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS-CETEC. **Manual para fabricação de geleias**. Belo Horizonte: CETEC, 1985. 42p. (Publicações Técnicas, 015).

JACKIX, M.H. **Doces, geleias e frutas em calda**. Campinas: UNICAMP/SP, 1988. cap.4, p.85-162; Geleias e doces em massa.

LEME JR., J. **Contribuição ao estudo de geleificação de frutas e do equilíbrio de gel péctico**. Piracicaba, 1968. 89p. Tese (Livre-docência) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

MEYER, M. R. Mermelads y confituras. In: _____. **Elaboración de frutas y hortalizas**. México DGETA, 1978. p.73-80

RAUCH, G.H. **Fabricación de mermeladas**. Zaragoza: Acribia, 1978. 199p.

WAGNER, Johanna. **Fig & peach jam**. London, 2006. Disponível em:
<https://thepassionatecook.typepad.com/thepassionatecook/2006/09/fig_peach_jam.html>.
Acesso em: 02 maio 2022.

Identificação do Especialista.

Regina Lucia Tinoco Lopes – Mestre em Tecnologia de Alimentos pela Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP; MSc Degree em Meat Science pela University of Bristol, Inglaterra.





Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas

www.respostatecnica.org.br