



SEBASTIÁN ALFREDO TAMAYO ROJAS

**ESTUDO DO USO DE HIDROCOLÓIDES COMO ESTABILIZANTE DE ESPUMA
EM CERVEJAS**

CAMPINAS

2014



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

SEBASTIÁN ALFREDO TAMAYO ROJAS

**ESTUDO DO USO DE HIDROCOLÓIDES COMO ESTABILIZANTE DE ESPUMA
EM CERVEJAS**

*Dissertação de mestrado apresentada
a Faculdade de Engenharia de
Alimentos da Universidade Estadual
de Campinas como parte dos
requisitos exigidos para a obtenção
do título de Mestre na área de
Tecnologia de Alimentos*

Orientador: Prof. Dr. Flávio Luís Schmidt

**ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO
FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO
ALUNO SEBASTIÁN ALFREDO TAMAYO
ROJAS E ORIENTADO PELO PROF. DR.
FLÁVIO LUÍS SCHMIDT**

CAMPINAS

2014

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Engenharia de Alimentos
Claudia Aparecida Romano - CRB 8/5816

T15e Tamayo Rojas, Sebastián Alfredo, 1986-
Estudo do uso de hidrocolóides como estabilizante de espuma em cervejas /
Sebastián Alfredo Tamayo Rojas. – Campinas, SP : [s.n.], 2014.

Orientador: Flávio Luís Schdmit.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de
Engenharia de Alimentos.

1. Cerveja. 2. Espuma. 3. Hidrocolóides. 4. Alginatos. 5. Pectina. I. Schmidt,
Flávio Luís. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de
Alimentos. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Study of the use of hydrocolloids as foam stabilizer in beers

Palavras-chave em inglês:

Beer

Foam

Hydrocolloids

Alginates

Pectin

Área de concentração: Tecnologia de Alimentos

Titulação: Mestre em Tecnologia de Alimentos

Banca examinadora:

Flávio Luís Schdmit [Orientador]

Carlos Alberto Rodrigues Anjos

Niurka Maritza Almeyda Haj-Isa

Data de defesa: 31-03-2014

Programa de Pós-Graduação: Tecnologia de Alimentos

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Flávio Luís Schmidt
Orientador
Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP

Prof. Dr. Carlos Alberto Rodrigues Anjos
Membro titular
Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP

Profa. Dra. Niurka Maritza Almeyda Haj-Isa
Membro titular
Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP

Profa. Dra. Farayde Matta Fakhouri
Membro suplente
Faculdade de Engenharia, UFGD

Profa. Dra. Priscilla Efraim
Membro suplente
Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP

RESUMO

O Brasil vem se destacando como grande mercado produtor e consumidor de cerveja no cenário mundial, o que mostra a importância de se desenvolver novas tecnologias cervejeiras, buscando melhoria da qualidade do produto. Esta pesquisa teve como objetivo estudar a estabilidade da espuma da cerveja “mainstream” mediante a adição de hidrocolóides não convencionais após o processo de filtragem. Doze hidrocolóides dentre os grupos pectina, xantana, gelana, carragena, carboximetil celulosa e locusta foram comparados com o alginato de propilenglicol (APG), atualmente utilizado na indústria brasileira. Foi utilizada uma cerveja lager tipo Pilsen elaborada sem aditivos espumantes previamente desgaseificada a 8°C com injeção de hélio a 50 KPa adaptado de um equipamento Shimadzu® DGU-2A. Primeiramente descartaram-se os hidrocolóides que não se dissolveram corretamente na cerveja nas concentrações de 0,01g/L a 1g/L. Posteriormente, realizou-se uma análise de viscosidade das misturas dos hidrocolóides selecionados, em água e com cerveja, para avaliar diferenças significativas entre os mesmos nas concentrações testadas (0,01 a 0,1 g/L). Em seguida se avaliou a capacidade espumante, mediante um teste de agitação das cervejas com os hidrocolóides nas concentrações de 0,01 a 1g/L, baseado no procedimento descrito por Knapp e Bamforth (2002), as quais foram comparadas com o APG. Finalmente, as cervejas foram misturadas com os diferentes hidrocolóides em concentrações de 0,5 g/L, e submetidas novamente a um teste de estabilidade de espuma na presença de lipídeos (ácido palmítico, ácido oléico e ácido linoléico) em concentrações de 1mg/L. Foram pré-selecionados os hidrocolóides KIMILOID BF (APG), Genu GUM RL 200-Z; Genu Pectin 106-HV e Genu Pectin 121 Slow Set. Em relação à viscosidade, nenhum hidrocolóide diferiu significativamente ($p < 0,05$) do outro na sua capacidade espessante em soluções aquosas ou em cerveja, nas concentrações testadas. Em relação à manutenção da qualidade da espuma, os melhores hidrocolóides foram a APG e a Genu® Pectin tipo 106-HV, os quais foram estatisticamente iguais em todas as concentrações testadas e apresentaram os melhores desempenhos na estabilização da espuma. De forma geral, os hidrocolóides diminuíram o prejuízo causado pelos ácidos graxos, sendo que o melhor efeito foi sobre o ácido linoléico, seguido do ácido oléico. Nestes ácidos graxos a Genu® Pectin tipo 121 Slow Set foi a que apresentou melhor

desempenho, seguida do KIMILOID® BF (APG). Somente a APG conseguiu diminuir o prejuízo na espuma causado pelo ácido graxo palmítico.

ABSTRACT

Beer production and consumption has gained increasing importance in Brazil. New brewer technologies are needed for improvement of product quality. This research aimed to study the stability of mainstream beer foam by the addition of non-conventional hydrocolloids after the filtering process. Twelve hydrocolloids among pectin, xanthan, gellan, carrageenan, carboxymethyl cellulose (CMC) and locust groups were compared with propylene glycol alginate (PGA), currently used in Brazilian industry. It was used Pilsen lager beer produced without foaming additives previously degassed at 8°C with injection of helium at 50 kPa adapted from a Shimadzu DGU-2A® equipment. Hydrocolloids which did not dissolve properly in beer at concentrations of 0.01 g/L to 1g/L were discarded. Subsequently, viscosity analyses (Brookfield LVDVI-Prime® *spindle* and cup ULA. In order to keep CUP at 20°C it was used a Brookfield TC-550 water bath) of the selected hydrocolloids in water and beer solutions were performed to assess significant differences among them in the tested concentrations (0.01 to 0.1 g/L). Then foaming capacity was evaluated by a stirring beer test with hydrocolloids at concentrations of 0.01 to 1 g/L, based on the procedure described by Knapp and Bamforth (2002), which were compared with the APG. Finally, the beers were mixed up with the various hydrocolloids at concentrations of 0.5 g/L, and again subjected to a test of foam stability in the presence of palmitic, oleic and linoleic acids at 1 mg/L. The preselected hydrocolloids were KIMILOID BF® (APG), Genu GUM RL 200-Z®; Genu Pectin® 106-HV e Genu Pectin® 121 Slow Set (Figure 1). No hydrocolloid was significantly different ($p < 0.05$) in relation to the capacity of thickening aqueous or beer solutions. Concerning the quality of the foam maintenance, the best hydrocolloids were APG and Genu Pectin 106-HV type, which were statistically similar in all tested concentrations. Generally, hydrocolloids reduced the damage caused by the fatty acids and the best effect was on linoleic followed by oleic acid. In these conditions, Genu Pectin type 121 Slow Set showed the best performance, followed by KIMILOID BF (APG). The damage in the foam caused by the palmitic fatty acid was only minimized by APG.

SUMÁRIO

BANCA EXAMINADORA.....	v
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
SUMÁRIO.....	ix
AGRADECIMENTO	xi
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE TABELAS	xvii
1- INTRODUÇÃO	1
2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1.1 - Alginato	3
2.1.2 - Xantana.....	8
2.1.3 - Carboximetilcelulose sódica.....	9
2.1.4 - Gelana.....	11
2.1.5 - Pectina	13
2.1.6 - Goma locusta - LBG.....	15
2.1.7 - Carragenas	16
2.2 - Comportamento Físico da espuma	18
2.2.1 - Formação de bolhas e tamanho das mesmas.	19
2.2.2 - Drenagem	20
2.2.3 - Coalescência.....	21
2.2.4 - Dismutação	22
2.3 - Parâmetros químicos das Cervejas Tipo Pilsen.....	24
3 - MATERIAIS E MÉTODOS	27
3.1 - Hidrocolóides testados	28
3.2 - Caracterização da cerveja utilizada	29
3.3 - Dissolução dos hidrocolóides em água destilada e cerveja.....	30
3.4 - Processo de desgaseificação	33
3.5 - Testes de precipitação.....	36
3.6 - Análise de viscosidade	36
3.7 - Análise de pH	37
3.8 - Teste de agitação	38

3.9 - Teste de agitação com ácidos graxos livres.....	39
4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	41
4.1– Testes de precipitação.....	41
4.1.1 - Teste de precipitação forçada mediante etanol.....	49
4.2 - Viscosidade em água.....	61
4.3 - pH.....	61
4.4 - Viscosidade em Cerveja.....	62
4.5 - Estabilidade de espuma.....	63
4.6 - Resultados das análises de estabilidade de espuma com ácidos graxos.....	66
4.6.1 - Efeito dos hidrocolóides na altura da espuma.....	69
4.6.2 - Efeito dos ácidos graxos.....	73
5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS E OBSERVAÇÕES.....	88
6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
7 – ANEXOS.....	95
7.1 - Fichas técnicas dos hidrocolóides.....	95
7.1.1- KIMILOID® BF.....	95
7.1.2 - Goma Gelana tipo Kelcogel® HF-B.....	96
7.1.3 - CMC tipo Cekol® 30.000.....	99
7.1.4 - CMC tipo Cekol® HVD.....	101
7.1.5 - Genu® GUM tipo RL 200-Z.....	103
7.1.6 - Genu® Pectin tipo 106-HV.....	105
7.1.7 - Genu® Pectin tipo 121 Slow Set.....	107
7.1.8 - Carragena GENUVISCO® tipo CSM-2.....	109
7.1.9 Carragena GENULACTA® tipo K-100.....	111
7.1.10 Goma Xantana tipo Keltrol® RD.....	113
7.1.11- Goma Xantana tipo Keltrol® 521.....	116
7.1.12 - GENU® Pectin tipo LM 102-AS.....	119

AGRADECIMENTOS

Minha família por sempre me apoiar em todos meus projetos;

Ana Luisa por me dar todo o apoio nos momentos que eu mais precisava;

Ao Prof. Dr. Flávio Luís Schmidt por ser mais que um orientador um amigo que sempre esteve para me ajudar tanto academicamente como humanamente;

A meus amigos do Chile, Marcelo, Manuel, Camilo, Rodolfo, Mariela e Liza pelos grandes momentos que vivemos juntos e a amizade de muitos anos que ainda continua pese a distancia;

A meus amigos colegas do laboratório por serem tão prestativos comigo e por sua ajuda no desenvolvimento das minhas análises;

A Ana Koon, por sua compreensão e ajuda tanto acadêmica como humana.

A meus amigos do Departamento de Tecnologia de Alimentos, pela companhia e paciência comigo;

A José Adolfo de Almeida Schultz pela amizade e sua ajuda no desenvolvimento estadístico do meu trabalho;

A Gabriel Galembeck, por sua doações de material e conselhos para desenvolver minha pesquisa;

A João Carlos Golfi pelas doações de hidrocoloides;

A meus amigos do instituto de Geografia da UNICAMP, por sua amizade e pelos grandes momentos de diversão;

A Profa. Dra. Niurka Maritza Almeyda Haj-Isa, por aceitar se parte da minha banca, por ter a paciência de corrigir minha dissertação e pela troca de ideias da área de cervejaria;

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto Rodrigues Anjos por ser parte da minha banca, pelos conselhos e pelo bom senso do humor.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação química dos resíduos de ácido beta-D manurônico à esquerda (M) e ácido alfa L-gulurônico (G) à direita.....	3
Figura 2 - Representação das três formas possíveis das cadeias de ácido algínico....	4
Figura 3 - Parte superior: diferença dos géis formados com cadeias de alto nível de resíduos de ácido beta-D manurônico e alto nível de resíduos de ácido L-gulurônico.....	6
Figura 4 - Representação gráfica da influência dos íons monovalentes e bivalentes na solubilidade dos alginatos em solução aquosa.....	8
Figura 5 - Estrutura da unidade de repetição goma xantana.....	9
Figura 6 - Representação química da anidro glicose, dos três grupos hidroxilas reativos e da carboximetil celulose metilada.....	10
Figura 7 - Influência do grau de substituição em Carboximetil celulose sódica (CP KELCO, s/d).....	10
Figura 8 - Estrutura molecular da goma gelana e sua unidade de repetição.....	12
Figura 9 - Estrutura molecular da pectina, evidenciando uma unidade de repetição do ácido galacturônico e sua repetição metoxilada..	13
Figura 10 - Ácido Galacturônico interrompido por ramnose..	13
Figura 11 - Estrutura da LBG unidade de galactose para 4 resíduos de manose.....	15
Figura 12 - Estrutura de um gel combinando kappa-carragena + alfarroba..	15
Figura 13 - Estrutura da Carragena Kappa (κ) - 1 sulfato a cada 2 unidades de açúcar.....	17
Figura 14 - Estrutura da Carragena Iota (i) - 2 sulfato para cada 2 unidades de açúcar (CARGILL, 2013).....	17
Figura 15 - Estrutura da Carragena Lambda (λ) - 3 sulfatos para duas unidades de açúcar (CARGILL, 2013.).....	18
Figura 16 - Processo de criação de uma bolha.	19
Figura 17 - Drenagem da cerveja ao redor das bolhas de gás	21
Figura 18 - Processo de coalescência	22
Figura 19 - Processo de dismutação.	23
Figura 20 - Fluxograma de trabalho	28
Figura 21 - Forma como os hidrocolóides foram adicionados na cerveja para formar as respectivas concentrações testadas ao longo da pesquisa.	31
Figura 22 - Modelo clássico de produção de cerveja tipo Pilsen utilizado como modelo.	32
Figura 23 - Equipamento desgaseificador DGU-50.	34

Figura 24 - Banho de ultrassom Sharp® UT-204.....	35
Figura 25 - Viscosímetro Brookfield® LVDVI – Prime com unidade de resfriamento Brookfield® TC-550. No círculo vermelho o spindle ULA e CUP.....	37
Figura 26 - Fotografia do suporte para os tubos de agitação.....	38
Figura 27 - Imagem de vídeo feito para registrar o decaimento da espuma quando adicionada alíquotas de ácidos graxos livres.....	39
Figura 28 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide KIMILOID® BF (APG). Da esquerda para a direita, concentrações de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e controle.	41
Figura 29 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide Genu® GUM tipo RL 200-Z. Da esquerda para a direita concentrações de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e controle.	43
Figura 30 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide Genu® Pectin tipo 106-HV. Da esquerda para a direita concentrações e 0,01; 0,05; 0,1 g/L e controle.	44
Figura 31 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide Genu® Pectin tipo 121 Slow Set. Da esquerda para a direita indicam concentrações de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e controle. ..	45
Figura 32 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide Carragena GENUVISCO® tipo CSM-2. Da esquerda para a direita concentrações de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e controle.....	46
Figura 33 - Formação de gel do hidrocolóide carragena mediante frio (CP KELCO, 2001).....	46
Figura 34 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide Carragena GENULACTA® tipo K-100. Da esquerda para a direita concentrações de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e controle.	47
Figura 35 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide GENU® Pectin tipo LM 102-AS. Da esquerda para a direita concentrações de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e controle.	48
Figura 36 – 10 ml cerveja junto à mesma cerveja com a adição de 1 ml de etanol e incubada por 24 horas a 8°C.....	49
Figura 37 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide KIMILOID® BF (APG) e etanol. Os tubos da esquerda à direita indicam a concentração de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e o controle.	50
Figura 38 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide CMC tipo Cekol® 30.000 e etanol. Os tubos da esquerda à direita indicam a concentração de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e o controle.	51
Figura 39 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide CMC tipo Cekol ® HVD e etanol. Os tubos da esquerda à direita indicam a concentração de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e o controle.	52
Figura 40 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide Genu® GUM tipo RL 200-Z e etanol. Os tubos da esquerda à direita indicam a concentração de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e o controle.	53

Figura 41 – Tratamento de cerveja com hidrocolóide Genu® Pectin tipo 106-HV e etanol. Os tubos da esquerda à direita indicam a concentração de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e o controle.	54
Figura 42 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide Genu® Pectin tipo 121 Slow Set e etanol. Os tubos da esquerda à direita indicam a concentração de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e o controle.	55
Figura 43 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide Carragena GENUVISCO® tipo CSM-2 e etanol. Os tubos da esquerda à direita indicam a concentração de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e o controle.	56
Figura 44 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide Carragena GENULACTA® tipo K-100 e etanol. Os tubos da esquerda à direita indicam a concentração de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e o controle.	57
Figura 45 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide Goma Xantana tipo Keltrol® RD e etanol. Os tubos da esquerda à direita indicam a concentração de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e o controle.	58
Figura 46 - Tratamento de cerveja com Goma Xantana tipo Keltrol® 521 e etanol. Os tubos da esquerda à direita indicam a concentração de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e o controle.	59
Figura 47 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide GENU® Pectin tipo LM 102-AS e etanol. Os tubos da esquerda à direita indicam a concentração de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e o controle.	60
Figura 48 - Tubos com cerveja e cerveja com os hidrocolóides selecionados para a análise de estabilidade de espuma aos 0 minutos post agitação e aos 30 minutos post agitação, em triplicata.	66
Figura 49 - Exemplo de como o modelo matemático de regressão lineal tipo gama vai ser utilizado.	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição média de uma cerveja tipo Pilsner.....	24
Tabela 2 - Propriedades médias de uma cerveja lager clara padrão.....	25
Tabela 3 - Resumo das características dos hidrocolóides testados.....	29
Tabela 4 - Parâmetros físico químicos da cerveja utilizada.....	30
Tabela 5 - Composição media da cerveja utilizada.....	30
Tabela 6 - Viscosidad (cp) dos hidrocolóides selecionados em solução aquosa.....	61
Tabela 7 - pH das soluções de hidrocolóide com cerveja.....	62
Tabela 8 - Viscosidade (cp) das soluções de hidrocolóide com cerveja.....	63
Tabela 9 - - Resultado das medidas de estabilidade de espuma em porcentagem de espuma residual.....	64
Tabela 10 - Parâmetros analisados para realizar o modelo de regressão.....	67
Tabela 11 - Redução ou aumento da altura da espuma em %, quando adicionados ácidos graxos no controle e nos tratamentos com hidrocolóides.....	85

1 - INTRODUÇÃO

Desde 2010 o Brasil encontra-se em terceiro lugar dentre os maiores produtores de cerveja no mundo, atrás apenas dos Estados Unidos (segundo lugar) e da China (primeiro lugar), tendo produzido, em 2011, 13,2 milhões de m³, com um aumento de 56.2% na última década (KIRIN, 2011)

O Brasil, juntamente com a Rússia, Índia e China, vem se tornando um mercado de significativo interesse para as grandes cervejarias mundiais, por ser um mercado promissor, no qual o consumo de cerveja foi pouco afetado pela crise que tomou conta das economias europeia e dos Estados Unidos nos últimos anos. Junto com o crescimento da economia, vem aumentando o número de consumidores de maior poder aquisitivo e aqueles de grande reconhecimento de marca, cuja maioria apresenta preferência por produtos de maior qualidade (JUSTDRINKS, 2012).

De acordo com uma pesquisa realizada pela Organização Mundial da Saúde (2011), a cerveja é a bebida mais consumida no Brasil e, em termos de quantidade de álcool consumido anualmente pelos brasileiros e brasileiras maiores de 15 anos, de todas as regiões do país, a cerveja, o vinho e os destilados representam 54%, 5% e 40%, respectivamente.

Dentre o mercado das cervejas, as denominadas “cervejas padrão” ou *mainstream*, são as mais consumidas, representando 87% do volume de vendas em 2011 (MINTEL, 2012). Atribui-se essa massiva predominância ao clima quente do país, que leva os consumidores a darem preferência a cervejas leves e extremamente geladas (JUSTDRINKS, 2012). Porém, observa-se que o mercado das cervejas *premium* está em expansão no país, já tendo conquistado 12% do mercado em 2011, com um aumento de 0,6% em relação ao ano anterior (MINTEL, 2012), o que mostra que os consumidores em geral vêm se tornando cada vez mais exigentes em relação aos produtos que consomem, razão pela qual as cervejas do tipo *mainstream* precisam melhorar a qualidade para não perderem mercado para as cervejas Premium.

Junto com a cor e a turvação, a espuma da cerveja é um dos três parâmetros mais apreciados e importantes para os consumidores, afetando sua decisão de compra e sua satisfação (BAXTER e HUGHES, 2001).

A espuma é um sistema coloidal formado por uma fase líquida (como na cerveja) ou sólida contínua (como num sorvete) e uma fase gasosa descontínua. As proteínas da cevada, os ácidos do lúpulo e os polissacarídeos não amiláceos, são os principais responsáveis pela formação e manutenção da espuma, , porém outros fatores como pH da bebida, solubilidade do gás em água e sua difusividade no líquido bem como a viscosidade da cerveja também influenciam sua estabilidade (BAXTER e HUGHES, 2001; BAMFORTH, et al, 2009).

O aumento da estabilidade da espuma na cerveja pode se dar pela adição de agentes estabilizantes, como gomas, pectinas e alginatos, cujo uso no Brasil é permitido de acordo com a Resolução RDC 65 de 29 de Novembro de 2011, que dispõe sobre a aprovação de uso de aditivos alimentares para fabricação de cervejas (BRASIL, 2011). Os alginatos são os hidrocolóides atualmente utilizados na indústria cervejeira, porém, o alginato de propilenglicol (PGA), tem o uso restrito pela legislação brasileira a 0,007 gramas por 100ml de cerveja, enquanto as gomas e pectinas não tem quantidade máxima estabelecida.

Algumas patentes, como a da empresa holandesa Heineken, avaliaram o uso de pectina extraída dos cones de lúpulo como agente espumante, mostrando resultados satisfatórios mas processo que ainda é altamente custoso e inviável, porém abre um caminho na avaliação de outras fontes mais econômicas de hidrocolóides de produtos que não necessariamente estão relacionadas às matérias-primas básicas da cerveja e que podem ser adicionados a cervejas “tipo padrões” ou *mainstream* que não seguem a classificação da Lei da Pureza datada do ano de 1.516 (HEINEKEN, 2005).

Sendo assim, a pesquisa analisou a capacidade espumante de hidrocolóides de baixo custo e grande disponibilidade no mercado como alternativa ao alginato de propilenglicol (APG), a fim de melhorar a estabilidade da espuma nas cervejas “padrões” ou *mainstream* tipo Pilsen, as quais são as mais consumidas pela população brasileira (MINTEL, 2012).

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta revisão bibliográfica serão abordados de forma separada os hidrocolóides com suas características químicas principais e os parâmetros físicos que descrevem os modelos de formação da espuma, para assim ter duas formas de abordar os resultados das análises e chegar a entender o processo de estabilização da espuma mediante hidrocolóides desde uma perspectiva holística que misture a tecnologia cervejeira com a química de hidrocolóides.

2.1 - Hidrocolóides

Os hidrocolóides são largamente utilizados para espessar ou estabilizar sistemas aquosos (WHISTLER e BEMILLER 1993; SANDFORD e BAIRD 1983 apud CPKELCO 2009). Além disso, alguns hidrocolóides podem produzir géis dependendo de fatores como pH, concentrações de sais, açúcares e disponibilidade de água da solução, por isso podem ter uma grande gama de aplicações na indústria de alimentos como floculantes, ligantes, filme-formadores, lubrificantes, entre outras. Assim, os hidrocolóides modificam e controlam as propriedades reológicas dos sistemas aquosos onde são inseridos.

2.1.1 - Alginato

Os alginatos são polissacarídeos formados de sais de ácido algínico encontrados na parede celular e espaços intramoleculares de algas marrons da família das feofíceas, provenientes da ligação do ácido algínico com minerais da água do mar (CARGILL, 2013). O ácido algínico é um poliuronídeo composto por uma sequência de dois resíduos de ácido hexurônico, o ácido alfa L-gulurônico e o ácido beta-D manurônico (Figura 1).

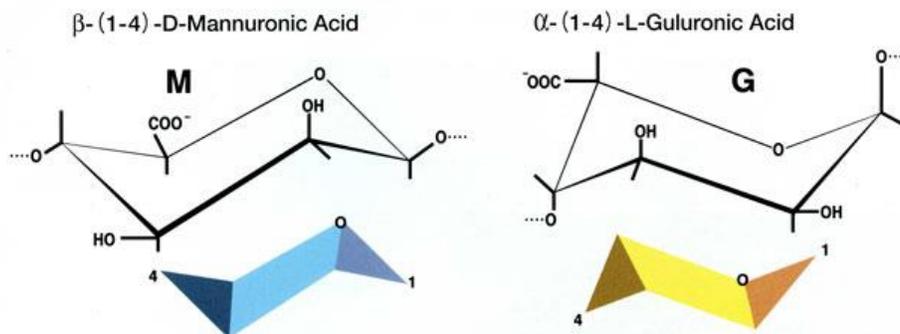


Figura 1 - Representação química dos resíduos de ácido beta-D manurônico à esquerda (M) e ácido alfa L-gulurônico (G) à direita (KIMICA, 2010).

Dessa forma, são três os possíveis blocos (Figura 2): cadeia homogênea de ácido manurônico (MMMM), cadeia homogênea de ácido gulurônico (GGGG) e cadeia alternada de ácido manurônico e gulurônico (MGMG). É a proporção destes blocos na estrutura do polissacarídeo que determinará as propriedades físicas do alginato (CARGILL, 2013). A composição das cadeias depende da espécie de alga marinha, da parte utilizada, da zona costeira de onde foi colhida e da época de colheita (KIMICA, 2010).

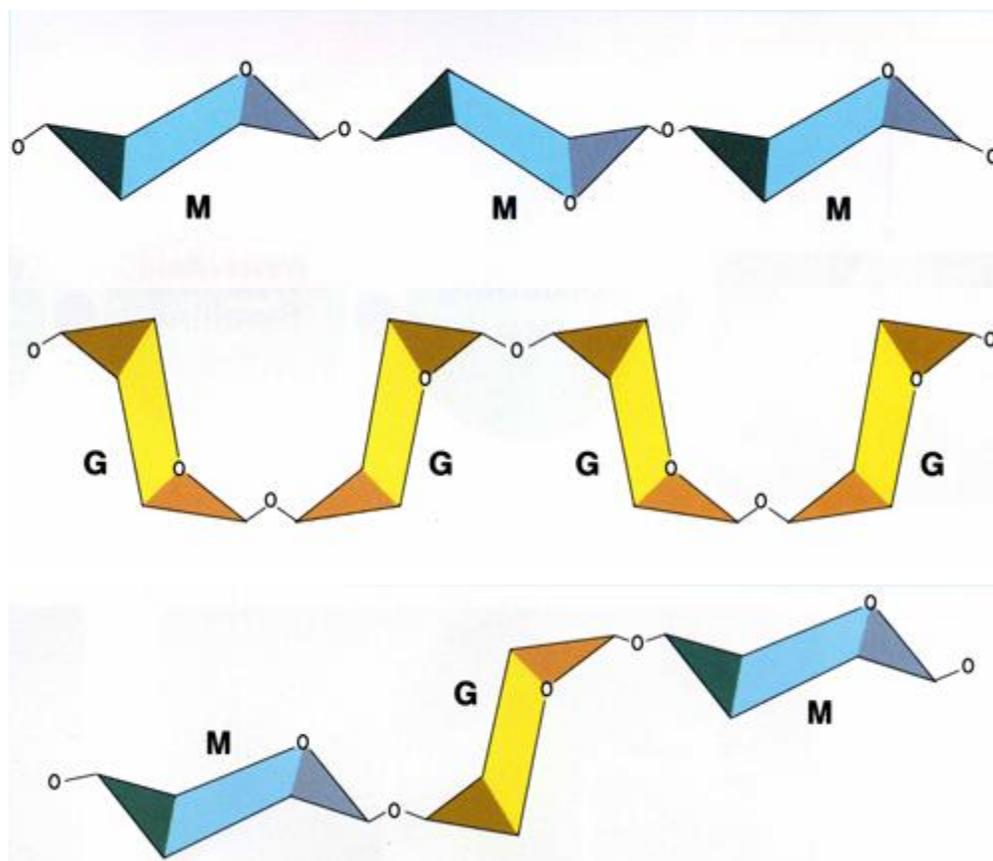


Figura 2 - Representação das três formas possíveis das cadeias de ácido alginico. (KIMICA, 2010).

No mercado, os alginatos são encontrados na forma de ácido alginico, que se trata do hidrocolóide extraído da alga, clarificado, filtrado e precipitado, sem nenhuma modificação em específico. Também são encontrados nas formas de sais de íons mono ou bivalentes, como é o caso dos alginato sódico, cálcico, potássico e de amônio, e por último, os alginatos esterificados mediante a adição de óxido de propileno em solução ácida para gerar a forma esterificada de alginato propileno glicol. Esses hidrocolóides possuem a

capacidade de se hidratar em água quente ou fria, formando soluções viscosas, dispersões ou géis. Suas propriedades como agente geleificante, formador de película, estabilizante de espuma e espessante são excepcionais, levando a uma extensa variedade de aplicações (ESTABILIZANTES, 2010).

O ácido algínico, alguns de seus sais sódio, cálcio e potássio, e sua forma esterificada, apresentam três diferentes qualidades baseadas nos diferentes processos de purificação e branqueamento a que foram submetidos: produtos com grau alimentício, completamente livre de celulose e coloração branca ou amarelada; produtos com grau farmacêutico completamente livre de celulose e coloração branca; e produtos com qualidade técnica usualmente livres de celulose e coloração variando de branca ao marrom (ESTABILIZANTES, 2010).

A solubilidade dos alginatos varia tanto com a forma das partículas quanto com seu tamanho, sendo que as partículas maiores são mais fáceis de dispersar e suspender apesar de sua baixa velocidade de hidratação. Partículas finas apesar de dissolverem mais rapidamente, possuem maior risco de aglomeração, o qual pode ser diminuído ao diluir-se o alginato na presença de outro pó de alta solubilidade, como o açúcar. Em geral, alginatos são insolúveis ou toleram baixas concentrações de solventes miscíveis em água, como álcoois e cetonas, tolerando, em solução 1% uma adição de 10 a 20% de tais solventes (ESTABILIZANTES, 2010).

Geleificação

Os géis de alginato são formados na presença de Ca^{2+} . As cadeias de ácido gulurônico adotam forma de fita e os segmentos homogêneos se sobrepõem para formar agregados semelhantes a uma "caixa de ovos" (Figura 3). A estrutura de rugas regulares é mantida pelas ligações iônicas entre os grupos carregados negativamente da molécula do alginato e cátions bivalentes e polivalentes, no caso, o Ca^{2+} . Quando as ligações cruzadas do cálcio induzido são fortes e numerosas, o gel de alginato será termorresistente. Por consequência da estrutura diferenciada, os géis de alginatos ricos em ácido gulurônico serão firmes e quebradiços, apresentando características tixotrópicas, enquanto os com predominância de ácido manurônico serão suaves e elásticos. A rigidez dos géis dos produtos fabricados se adapta ao mesclarem blocos de ácido manurônico e de ácido

gulurônico na proporção desejada (AS GRANDES GOMAS, 2011; ESTABILIZANTES, 2010, CARGILL, 2013).

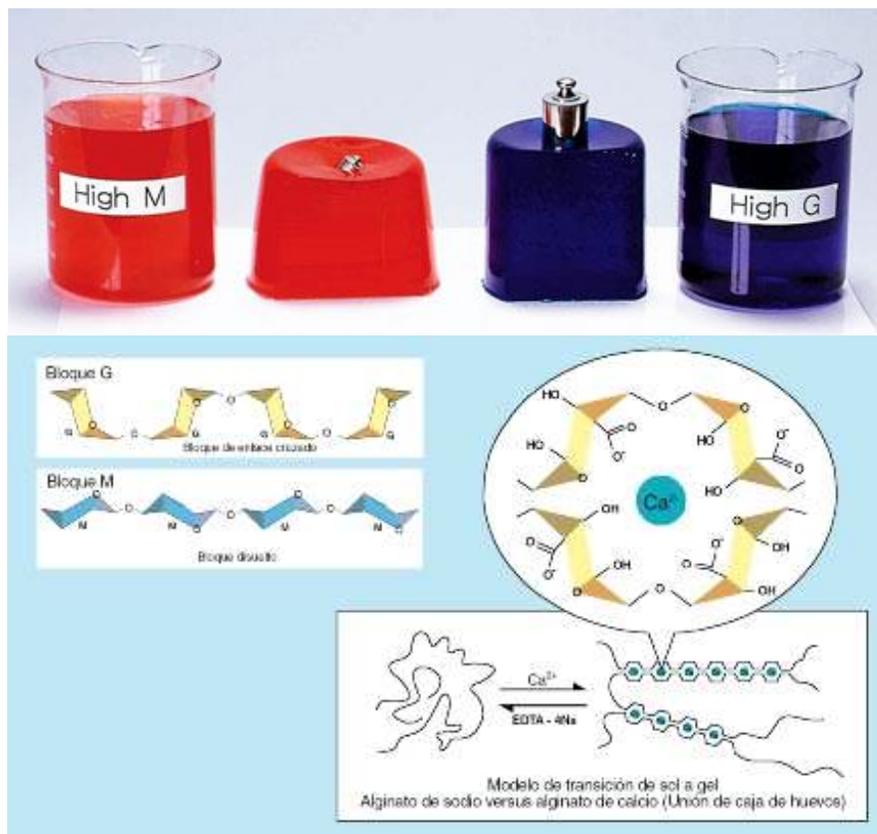


Figura 3 - Parte superior: diferença dos géis formados com cadeias de alto nível de resíduos de ácido beta-D manurônico e alto nível de resíduos de ácido L-gulurônico (KIMICA, 2010).

Espessamento

Ao se dissolverem, os grupos ácidos do alginato são ionizados proporcionando uma solução viscosa. Nas concentrações utilizadas na maioria das aplicações, as soluções de alginato apresentam comportamento pseudoplástico, nas quais o aumento do cisalhamento ou tratamento mecânico provoca a diminuição da viscosidade, sendo esta reologia típica de soluções de macromoléculas de espirais flexíveis. Esse efeito é, porém, reversível, com exceções de aplicações de níveis de cisalhamento muito elevados. Algumas soluções podem chegar a apresentar comportamento tixotrópico, com a viscosidade variando com o tempo a uma velocidade de agitação constante.

Vários fatores afetam a viscosidade das soluções de alginato, como grau de polimerização, pH, temperatura, cisalhamento e força iônica, discutidos individualmente a seguir (AS GRANDES GOMAS, 2011; ESTABILIZANTES, 2010, CARGILL, 2013).

A viscosidade da solução aquosa do alginato é diretamente proporcional ao grau de polimerização (GP) do mesmo, o qual representa o peso molecular médio de suas moléculas e corresponde ao número de unidades de ácido urônico na cadeia polimérica, de forma que a perda de viscosidade das soluções, principalmente durante o armazenamento, esta relacionada ao processo de despolimerização do alginato. Diferentes graus de polimerização são obtidos a partir de variações nas condições de extração e produção. No mercado, em geral, encontram-se produtos com GP de 100 a 1000 unidades, os quais produzem soluções com viscosidades de 10 a 1000 mPa, quando em concentração de 1%.

O aumento de temperatura causa diminuição da viscosidade. O processo é reversível para tempos curtos de aquecimento, no entanto, quando as soluções são mantidas acima de 50°C por um longo tempo, a viscosidade decresce irreversivelmente devido a um processo de despolimerização, conseqüentemente formação de compostos de baixa massa molecular.

Em pH de 5 a 10, a viscosidade das soluções de alginato mantém-se quase constante, porém com a diminuição do pH ocorre uma transição gradual do ânion solúvel do alginato para ácido algínico insolúvel, havendo um ligeiro aumento da mesma. Em pH menor que 3, a transição é completa e o ácido algínico precipita em forma de gel.

A presença de um eletrólito inorgânico, como NaCl, que libera cátions monovalentes, causa a redução da viscosidade (Figura 4), devido ao aumento da força iônica da solução, o que causa a contração do polímero em solução. O efeito inverso é obtido ao adicionarem-se metais polivalentes na solução, principalmente cálcio (Figura 4). Além destes íons, as proteínas lácteas também apresentam forte interação com alginatos ao possuírem cargas positivas em pH de 6 a 7, explicando o excepcional desempenho técnico deste polímero em produtos lácteos.

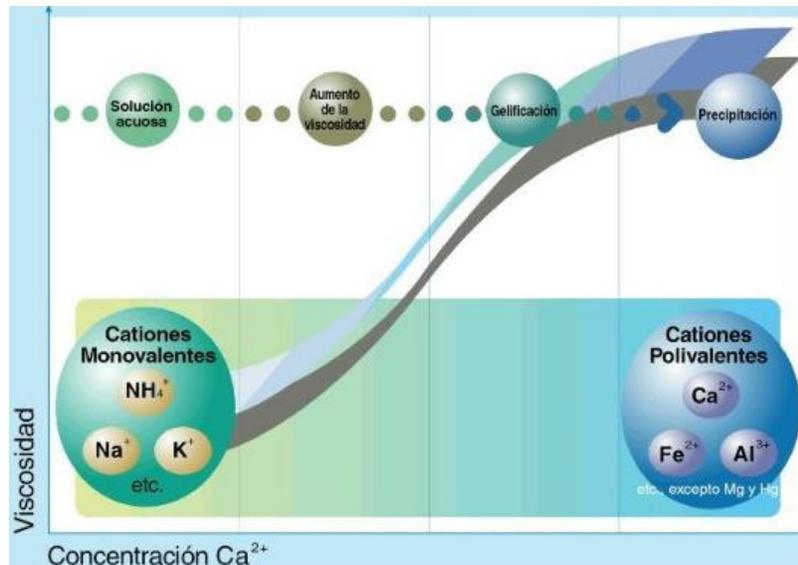


Figura 4 - Representação gráfica da influencia dos íons monovalentes e bivalentes na solubilidade dos alginatos em solução aquosa. (KIMICA, 2010).

2.1.2 - Xantana

A goma xantana (Figura 5) é um polissacarídeo sintetizado por uma bactéria fitopatogênica do gênero *Xanthomonas*. Cada cadeia de xantana consiste em cinco resíduos de açúcar, dois de glucose, dois de manosa e um de ácido glucurônico. É o polímero mais utilizado em alimentos no mundo, sendo aplicada em diversos segmentos industriais devido, principalmente, a suas propriedades reológicas que permitem a formação de soluções viscosas a baixas concentrações (0,05-1,0%) e por atuar como um colóide hidrofílico é capaz de espessar e estabilizar emulsões, espumas e suspensões.

Além de suas propriedades reológicas pseudoplásticas, a goma xantana apresenta estabilidade em ampla faixa de temperatura (10 a 90°C), e de pH (2 a 11) e tem sua viscosidade pouco afetada pela presença de sais, apresentando-se compatível e estável em sistemas com alta quantidade destes. É solúvel em água quente ou fria, é resistente a degradação enzimática; proporciona interação sinérgica com galactomananas e excelente suspensão de sólidos insolúveis e gotas de óleo.

Um ótimo exemplo de sua estabilidade é que após a esterilização (120°C/30 min), produtos com a goma xantana só perdem 10% da viscosidade, valor inferior ao encontrado em produtos com outros hidrocolóides como goma guar, alginato e carboximetilcelulose. (ESTABILIZANTES, 2010; CP KELCO, 2010).

Em função das propriedades reológicas e sinérgicas únicas das suas soluções aquosas, a goma xantana é usada em um grande número de aplicações: como agente de suspensão, estabilizador de emulsão, intensificador de espuma ou potencializador de volume da massa (CARGILL, 2013).

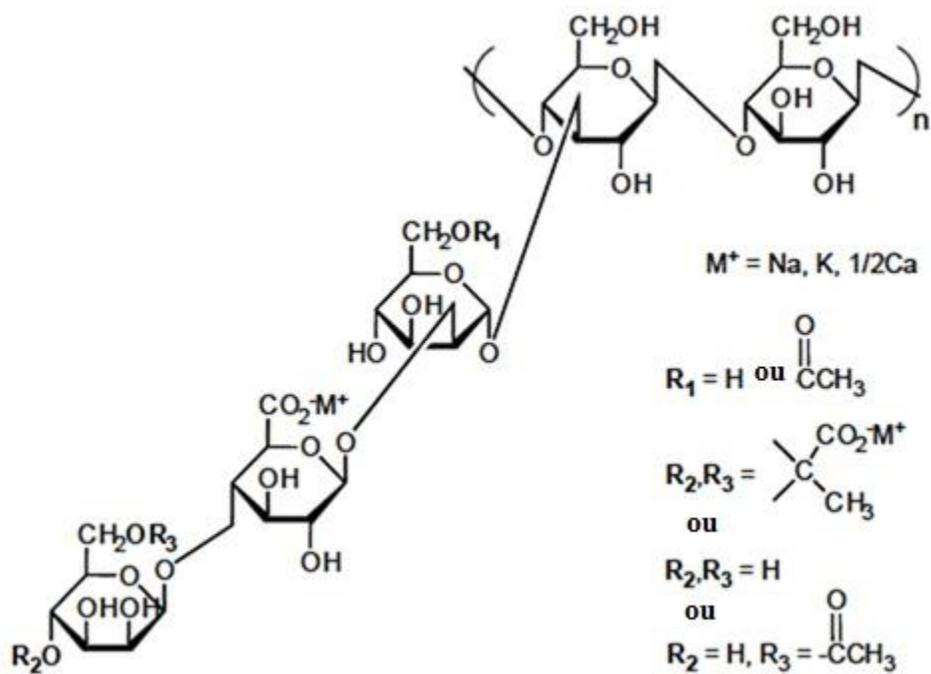


Figura 5 - Estrutura da unidade de repetição goma xantana (CP KELCO, 2007).

2.1.3 - Carboximetilcelulose sódica

A junção de celulose com monocloroacetato de sódio deu origem à Carboximetilcelulose sódica (Figura 6), a CMC, um polímero linear, aniônico, solúvel em água, cuja propriedade de estabilizante e espessante. A CMC pode ser apresentada com diferentes tamanhos de partícula, graus de substituição, viscosidades e características de hidratação. Também é pseudoplástica, tendo sua viscosidade diminuída com o aumento da temperatura.

A solubilidade em água da CMC depende do grau de substituição da molécula (DS), o qual se mostra a característica mais importante do hidrocolóide. O grau de substituição é o número médio dos grupos carboximetil por unidade de anidro glucose e teoricamente o máximo grau de substituição é três, uma vez que a anidro glucose tem três carbonos com

Entre as principais propriedades da carboximetil celulose estão o espessamento e aglutinação; inibição do crescimento de cristais; suspensão e estabilidade de partículas; modificação da reologia; adição de corpo e *mouthfeel*; estabilização da espuma; aumento da vida útil de produtos de panificação; melhoria da textura; formação de filme; e retenção de água. É utilizada em alimentos dietéticos ou com baixo nível de gorduras como agente de corpo e na indústria de sorvetes é comumente aplicada como estabilizante, proporcionando textura agradável e corpo com boas propriedades de fusão (ESTABILIZANTES, 2010; SIQUEIRA, 2006).

2.1.4 - Gelana

A goma gelana (Figura 8), também é um polissacarídeo proveniente de microrganismos, nesse caso, da bactéria *Sphingomonas elodea* ou *Pseudomonas elodea*. Este heteropolissacarídeo é formado por quatro diferentes monossacarídeos: 1,3 β -D-glucose; 1,4 β -D-glucose; 1,4 β -D-ácido glucurônico; e 1,4 α -L-ramnose; em proporção molar 2:1:1. Ela tem a característica de formar gel em baixa concentração, sendo que no nível de 0,05% forma soluções aquosas de baixa viscosidade enquanto aquecidas, as quais, durante o resfriamento darão origem a géis fortes e límpidos, estáveis a pH de 3,5 a 8. Estes géis serão suaves e elásticos quando for utilizado o polímero acetilado e serão rígidos e quebradiços quando os grupos acetilados sejam removidos (DOSSIE: GOMAS, AS GRANDES GOMAS, 2011).

A goma gelana apresenta a peculiar característica de formação de rede por interação molecular (caixa de ovo) e hélices ao mesmo tempo, dependendo do grau de acetilação da goma gelana. Sua capacidade de formar redes tixotrópicas sem aumentar muito a viscosidade é de grande interesse pela indústria por permitir a suspensão de pedaços frutas em bebidas com baixa viscosidade.

Diferentes propriedades podem ser obtidas a partir de diferentes formulações (alta e baixa acetilação) e processos de fabricação da goma, que pode então ser utilizada com diversas funções: geleificante, texturizante, espessante, estabilizante e formador de filmes. O grau de gelatinização é dependente também da massa molecular do polímero e da concentração na solução, da origem da goma, da temperatura, da concentração de cátions em solução, e da presença de outras gomas como goma guar e carragena, que apresentam

forte interação com a goma gelana (DOSSIE: GOMAS, 2011, AS GRANDES GOMAS, 2011).

Destacam-se como principais propriedades da goma gelana liberação de sabor; alta força de gel; boa estabilidade, tolerância e flexibilidade de processo; transparência; variedade de texturas; flexibilidade de temperaturas de formação e derretimento de géis e eficiência de suspensão. Suas principais aplicações são em produtos de frutas, recheios de panificação, géis para bebidas, molhos, temperos, bebidas proteicas acidificadas prontas para beber, bebidas lácteas de pH neutro, entre outras (CP KELCO, 2010).

Em cerveja, a goma gelana é comumente empregada como agente de clarificação, podendo ser adicionada antes da fermentação ou para clarificar cervejas já maturadas, no final do processo. Usualmente prepara-se uma solução de 0,1% de goma gelana com 0,05% de solução de citrato de sódio, a qual é adicionada à cerveja em concentração de 1-100 mg/L. (NUSSINOVITC, 1997)

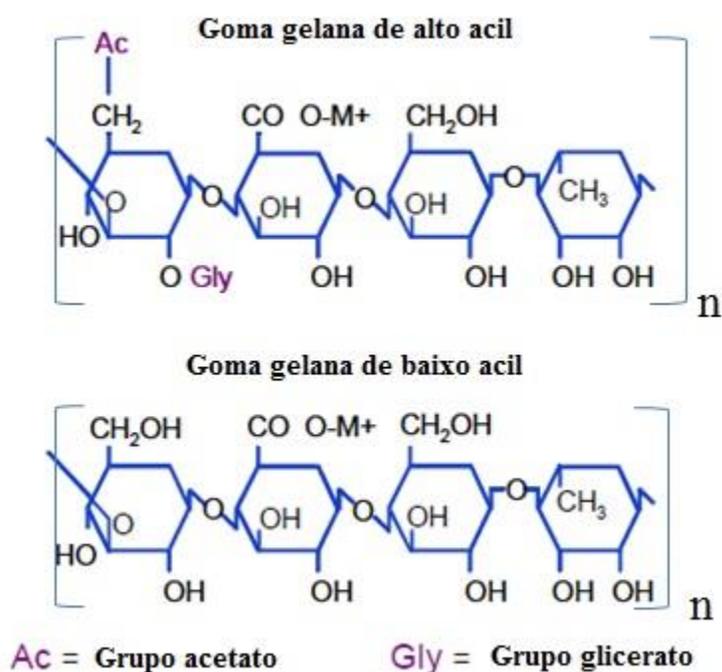


Figura 8 - Estrutura molecular da goma gelana e sua unidade de repetição (NUSSINOVITC, 1997).

2.1.5 - Pectina

A pectina é um polímero do ácido galacturônico com variados graus de metoxilação (Figura 9). É encontrada em vegetais em geral e em grandes quantidades no albedo de frutos cítricos e maçãs, pode ser obtida por meio de hidrólise ácida a quente, seguida de precipitação alcoólica, alcalina ou por sais. Sua estrutura regular (Figura 10) é interrompida pela presença de L-ramnose, provocando desvios chamados "cotovelos pécticos" (AS GRANDES GOMAS, 2011, CARGILL, 2013).

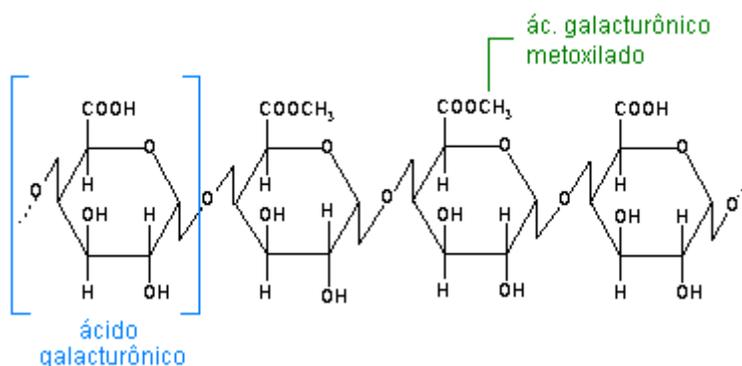


Figura 9 - Estrutura molecular da pectina, evidenciando uma unidade de repetição do ácido galacturônico e sua repetição metoxilada. (SOUZA; NEVES, 2013).

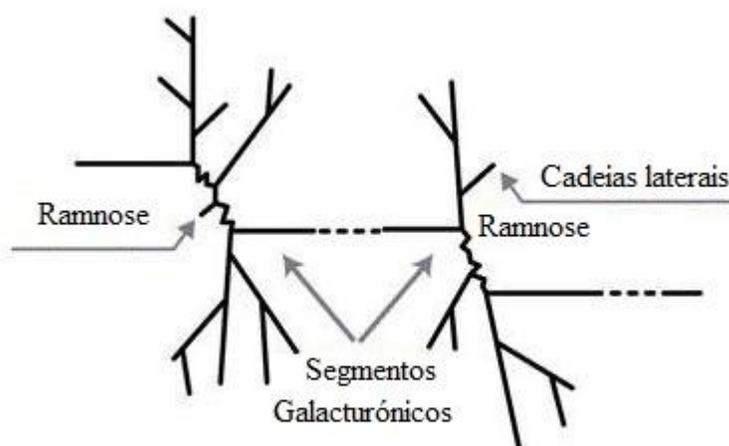


Figura 10 - Ácido Galacturônico interrompido por ramnose. (CARGILL, 2013).

As pectinas são classificadas de acordo com a proporção de esterificação dos ácidos D-galacturônicos, ou seja, seu grau de esterificação (DE) ou grau de metoxilação (DM). Pectinas de alto nível de metoxilação (ATM ou HM, em inglês) são definidas como aquelas com DE acima de 50, enquanto a pectinas de baixo nível de metoxilação (BTM ou LM, em inglês) têm um DE menor que 50. Em ambos os casos, os grupos carboxilas remanescentes estão presentes como uma mistura na forma de ácidos livres (-COOH) e sais, principalmente de sódio (-COONa⁺). As pectinas BTM podem ainda estar na forma amidada ou não-amidada. Tanto o grau de metoxilação quanto o de amidada influenciam fortemente nas propriedades funcionais, tais como solubilidade, capacidade de gelificação, temperatura e condições de gelificação das pectinas. Quanto maior o grau de esterificação, maior é a velocidade de geleificação, o que classifica as pectinas como: pectinas de geleificação rápida - *Rapid Set* (RS), ou de geleificação lenta - *Slow Set* (SS), quando o grau de esterificação é menor. (AS GRANDES GOMAS, 2011, CARGILL, 2013).

Para a formação de gel é necessário diminuir a solubilidade da pectina, que é influenciada por temperatura, tipo da pectina, pH, açúcar e outros solúveis, e íons de cálcio. Pectinas de alto grau de metoxilação formam gel em presença de alto nível de sólidos solúveis, mínimo 65%, e em meio ácido, pH entre 2,8 a 3,6, em presença de açúcar. Há um aumento da força dos géis formados com o aumento do nível de sólidos solúveis e diminuição da mesma com o aumento do pH, estes dois fatores também influenciam na taxa de geleificação. O gel da pectina ATM é formado por interações hidrofóbicas do grupo éster metílico e pontes de hidrogênio, é termorresistente entre o pH 3,2 e 4,2. (DOSSIÊ GOMAS, 2011; AS GRANDES GOMAS, 2011).

Pectinas de baixo grau metoxilação podem formar gel em condições variáveis de nível de sólidos (10% a 80%) e acidez (pH 2,6 a 7,0), desde que em presença de íons cálcio, não necessitando da presença de açúcar, apresentando inconveniente para ser testada na estabilização da espuma de cerveja, já que poderia formar gel ou diminuir a solubilidade em presença de cálcio. O gel das pectinas BTM se estabiliza pela interação de grupos carboxílicos e íons bivalentes (cálcio) e é termorresistente se for utilizada pectina não amidada (DOSSIÊ GOMAS, 2011; CARGILL, 2013).

Além de agentes geleificantes, as pectinas também são utilizadas como agente estabilizante, de viscosidade e como colóides protetores de proteína. As pectinas BTM

podem fornecer uma ampla gama de texturas e propriedades reológicas, dependendo da concentração e da reatividade ao cálcio da pectina escolhida (DOSSIÊ GOMAS, 2011; CARGILL, 2013).

2.1.6 - Goma locusta - LBG

A goma locusta, *Locust Bean Gum* ou LBG (Figura 11), também conhecida como jataí ou caroba, é uma galactomanana extraída das sementes da leguminosa *Ceratonia siliqua*, e *alfarrobeira Europeia*, composta por uma cadeia linear de manose e uma ramificada de galactose em relação 4:1, com massa molecular média de 300.000 dalton.

Este hidrocolóide é solúvel depois de aquecido a 80-90°C, dependendo do tempo e tratamento mecânico. Além disso, a goma locusta é utilizada como um espessante, apresentando viscosidade de 2000 a 3500 CP a 1%, porém, na presença de kappa-carragena e/ou goma xantana, o LBG forma um gel (Figura 12). Sua sinergia com a kappa-carragena proporciona o aumento da força do gel de carragena, textura elástica e prevenção da sinérese (CARGIL, 2013; AS GRANDES GOMAS, 2011).

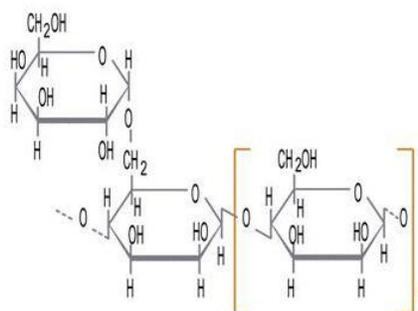


Figura 11 - Estrutura da LBG unidade de galactose para 4 resíduos de manose. (CARGILL, 2013).

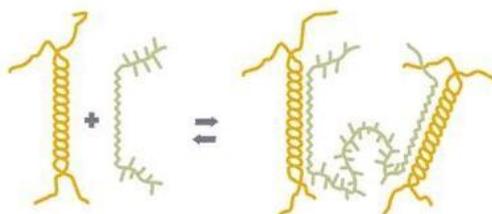


Figura 12 - Estrutura de um gel combinando kappa-carragena + alfarroba. (CARGILL, 2013).

Entre as propriedades da goma locusta destacam-se a viscosidade desenvolvida após o aquecimento, boa liberação de sabor, forte interação (geleificação) com kappa-carragena, ágar e xantana e estabilidade em pH de 3,5 a 11, devido a seu caráter neutro (AS GRANDES GOMAS, 2011; CARGILL, 2013).

Ela é comumente aplicada com a finalidade de diminuir a atividade de água de alimentos; melhorar a textura de bolos e biscoitos; espessar coberturas, molhos e sopas, e melhorar as características de congelamento e fusão de sorvetes (ESTABILIZANTES, 2010).

2.1.7 - Carragenas

Carragenas são polissacarídeos de D-galactose com diferentes graus de sulfatação (entre 15% e 40%) extraídos de algas vermelhas, do tipo Rhodophyceae (*Chondrus crispus*, *Gigartina stellata*, entre outras) e são utilizados tanto como geleificantes termorreversíveis quanto como agentes espessantes na indústria de alimentos. Algas de diferentes espécies e fontes produzem diferentes tipos de carragenas: kappa, iota e lambda. A diferença está na posição e no número de grupos éster sulfato, assim como o conteúdo de 3,6-anidro-galactose. Quanto maiores os níveis de éster sulfato, menor a força de geleificação e a temperatura de solubilização, entretanto, quanto mais 3,6-anidro-galactose, maior a força do gel (ESTABILIZANTES, 2010; CARGILL, 2013).

A carragena se comporta de diferentes maneiras na água e no leite. Na água, apresenta propriedades espessantes e geleificantes. Já no leite, devido a seu alto grau de reatividade com determinadas proteínas, promove funções estabilizantes, o que justifica sua ampla aplicação em produtos lácteos. Duas formas de reação são possíveis: a primeira é a combinação das regiões positivamente carregadas das micelas de caseína com os grupos sulfato, de carga negativa, das carragenas; a segunda é a interação entre os grupos éster sulfato do hidrocolóide com os resíduos carboxílicos da proteína (ESTABILIZANTES, 2010; OS ESTABILIZANTES, 2009; AS GRANDES GOMAS, 2011).

A reação que ocorre entre a caseína e a carragena é chamada de “reatividade do leite” e possibilita, por exemplo, a suspensão de chocolate, entre outras partículas, no leite, utilizando quantidades bem pequenas de carragena (0,025%), formando um gel suave e um aumento ligeiro da viscosidade da mistura (ESTABILIZANTES, 2010; OS ESTABILIZANTES, 2009)

Apenas as carragenas kappa (Figura 13) e iota (Figura 14) são capazes de formar gel. Isso ocorre após o tratamento térmico, durante o resfriamento, quando as moléculas de carragena se associam espontaneamente. A rede de carragena iota é formada por uma série de duplas hélices e dobras que formam um gel elástico e transparente. Já a geleificação de carragena kappa é particularmente reforçada pelo íon potássio. Ela induz a formação de gel mesmo em baixas concentrações (CARGILL, 2013).

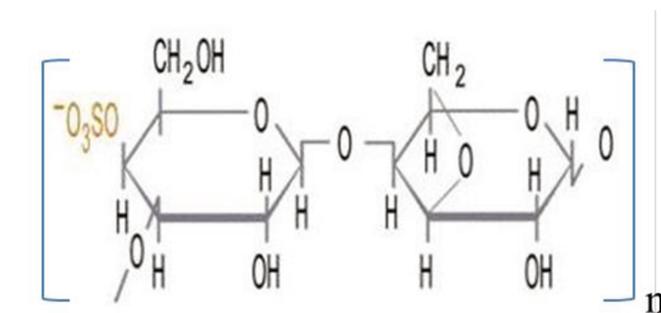


Figura 13 - Estrutura da Carragena Kappa (κ) - 1 sulfato a cada 2 unidades de açúcar (CARGILL, 2013).

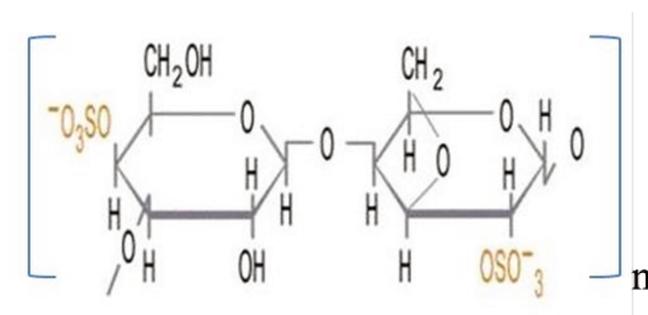


Figura 14 - Estrutura da Carragena Iota (ι) - 2 sulfato para cada 2 unidades de açúcar (CARGILL, 2013).

As carragenas lambda (Figura 15) têm apenas propriedades espessantes, devido principalmente a repulsão eletrostática causada pelo alto grau de sulfatação, o que impede a formação de zonas de junções entre as moléculas, as quais podem ser facilmente separadas. Ela apresenta capacidade emulsificante e qualidades sensoriais semelhantes às das gorduras. (CARGILL, 2013; AS GRANDES GOMAS, 2011).

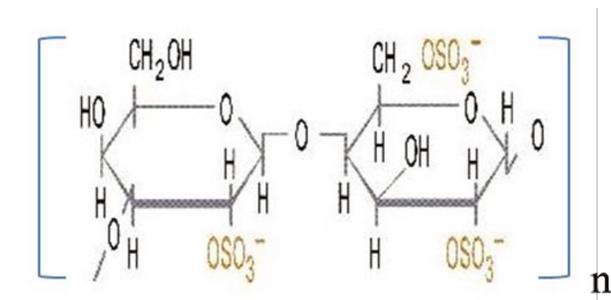


Figura 15 - Estrutura da Carragena Lambda (λ) - 3 sulfatos para duas unidades de açúcar (CARGILL, 2013.)

As três formas de carragena são solúveis a quente, sendo a forma λ a única solúvel mesmo a frio, as outras duas formas só são solúveis a frio quando em forma de sais de sódio. A carragena apresenta estabilidade máxima em solução em pH 9,0, resistindo a condições normais de esterilização em pH maior que 6,0 e não devendo sofrer processamento a quente em pH menor do que 3,5 (AS GRANDES GOMAS, 2011).

Carragenas podem ser usadas com função emulsificante, geleificante, estabilizante e controladora de fluidez, além de manter partículas em suspensão e conferir sensação tátil bucal de gordura. Entretanto, é comumente utilizada em associação com outras gomas de forma a obter-se características diferenciadas, como é o caso da associação de κ -carragena com xantana, a qual confere um gel elástico, macio e coeso (AS GRANDES GOMAS, 2011).

As carragenas são amplamente utilizadas na indústria alimentícia e sua aplicação pode ser dividida entre os sistemas lácteos, os aquosos e bebidas. No caso de interesse, sua aplicação em cervejas é feita basicamente como agente clarificante. A adição de κ -carragena ajuda na clarificação do caldo com lúpulo, permitindo uma floculação seletiva das proteínas insolúveis, originando uma cerveja mais cristalina (AS GRANDES GOMAS, 2011).

2.2 - Comportamento Físico da espuma

Para justificar essa pesquisa é fundamental compreender os princípios físicos da espuma da cerveja, que são basicamente modelos mecânicos, que, por si só, não são suficientes para desenvolver a presente pesquisa baseada em modelos empíricos, mas que servem para justificar a proposta do uso dos hidrocolóides como aditivos estabilizantes de

espuma. Os princípios físicos serão divididos em quatro etapas fundamentais, explicadas a seguir.

2.2.1 - Formação de bolhas e tamanho das mesmas

Apesar da cerveja ser supersaturada com o dióxido de carbono, as bolhas não vão se formar espontaneamente, a menos que ocorra um ponto de nucleação (Figura 16), promovido por uma partícula de fibra ou arranhão no vidro do copo (PRINS; MARLE, 1999 apud BAMFORTH, et al, 2009), ou que a forma de dispensar a cerveja seja de uma torneira, garrafa ou lata. Os pontos de nucleação devem ser pequenos para formar bolhas de tamanho pequeno, para assim gerar uma espuma mais cremosa, o que é mais atraente para o consumidor (BAMFORTH, 2004 apud BAMFORTH, et al, 2009).

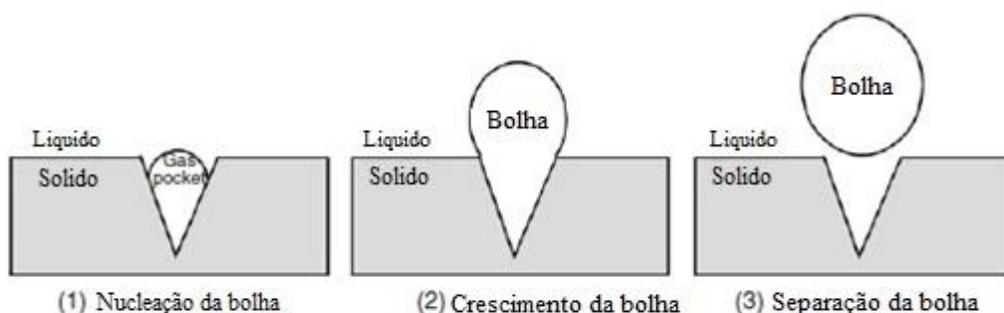


Figura 16 - Processo de criação de uma bolha. (BAMFORTH, et al, 2009).

O raio de nucleação é modelado matematicamente por

(1)

$$\text{Raio da bolha} = \left[\frac{3R_m\gamma}{2\rho g} \right]^{\frac{1}{3}}$$

Na qual:

R_m : sítio de raio de nucleação (m)

γ : Tensão superficial (mN m^{-1})

ρ : densidade relativa da cerveja (kg m^{-3})

g : aceleração da gravidade (9.8 ms^{-2})

O raio de nucleação é muito significativo para determinar o tamanho das bolhas (Equação 1), mas a densidade relativa e a tensão superficial também são significativas, mesmo em menor importância que o raio de nucleação, com o qual se demonstra que o aumento da viscosidade mediante hidrocolóides poderia diminuir o tamanho das bolhas e gerar uma espuma mais cremosa (BAMFORTH, et al, 2009).

2.2.2 - Drenagem

A partir da sua formação a espuma é geralmente denominada como "molhada" pelo excesso de cerveja entre as bolhas formada, esse excesso de cerveja na espuma é drenado rapidamente por gravidade para produzir a espuma "seca". O passo de espuma molhada a espuma seca muda a forma circular das bolhas para forma hexagonal, que em conjunto formam uma estrutura semelhante a um "favo" (Figura 17). Na espuma seca, a drenagem da cerveja enfraquece a película ao redor da bolha que eventualmente colapsa (RONTELTAP, et al, 1991 apud BAMFORTH, et al, 2009). Ronteltap, et al (1991) concluíram que as forças que contrariam a drenagem são a viscosidade da cerveja e os efeitos de capilaridade da superfície da espuma. A equação de drenagem é dada por

(2)

$$Q = \frac{2\rho g q \delta}{3\eta}$$

Na qual:

Q : taxa de fluxo ($m^3 s^{-1}$)

η : viscosidade do filme líquido (Pa s)

ρ : densidade relativa da cerveja

q : comprimento da fronteira da bolha (m)

g : aceleração de gravidade

δ : espessura do filme da bolha (m)

A influência da viscosidade na estabilidade da espuma é concordante pelas observações feitas, que mostram um aumento da estabilidade da espuma, em baixas temperaturas (BAMFORTH, et al, 2009).

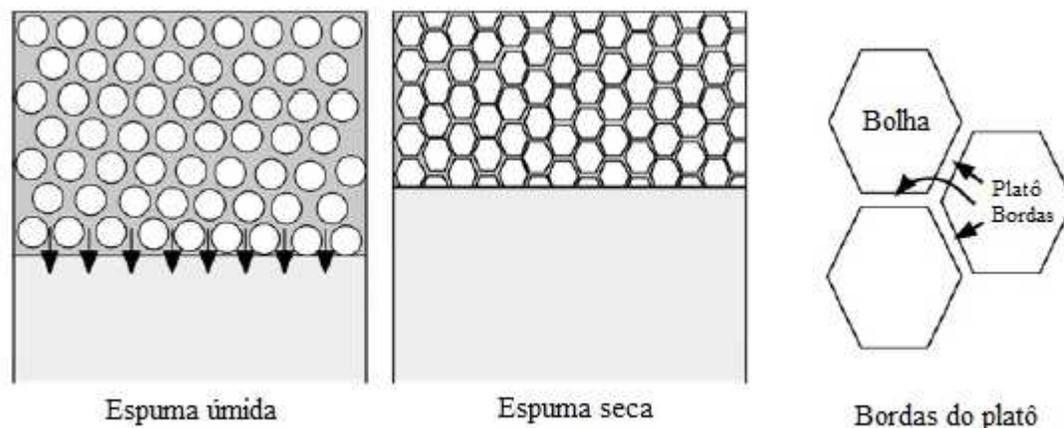


Figura 17 - Drenagem da cerveja ao redor das bolhas de gás (BAMFORTH , et al, 2009).

2.2.3 - Coalescência

Coalescência em espumas é definida como a fusão entre duas bolhas (Figura 18), causada pela ruptura do filme entre elas e produção de uma bolha maior, menos estável e menos atraente para o consumidor (RONTELTAP et al, 1991 apud BAMFORTH, et al, 2009).

De acordo com Ronteltap 1989 (apud BAMFORTH, et al, 2009), com uma cerveja de alta qualidade, tal mecanismo é de importância limitada. No entanto, se um material altamente hidrofóbico (lipídeos) entra em contato com a cerveja, este efeito pode ser prejudicial para a estabilidade da espuma. Esse mecanismo é conhecido como o "mecanismo de partícula hidrofóbica" (impacto de lipídios) ou "mecanismo de partícula espalhadora" no caso de detergentes. Essas pequenas partículas de ruptura, quando posicionadas no filme da bolha, rapidamente iniciam o processo de coalescência e por isso é de significativa importância manter os equipamentos limpos no caso do produtor cervejeiro, manter os copos limpos no caso do vendedor de cerveja, e no caso do consumidor evitar comer alimentos gordurosos enquanto se bebe cerveja para não deixar resíduos de gordura no copo. Esse processo de coalescência é importante para entender a seguinte etapa, de dismutação das bolhas.

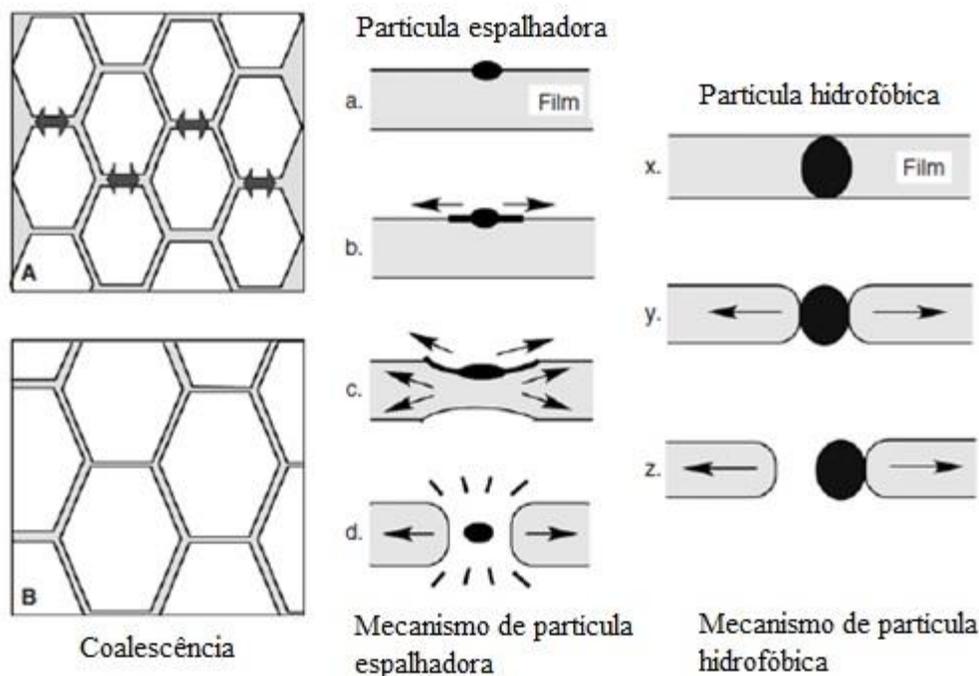


Figura 18 - Processo de coalescência (BAMFORTH, et al, 2009).

2.2.4 - Dismutação

A dismutação, ou amadurecimento de Ostwald, é definida como a fusão ou engrossamento das bolhas da espuma como resultado da difusão do gás entre as bolhas (RONTELTAP, et al, 1991; BAMFORTH, 2004 apud BAMFORTH, et al, 2009). Por meio deste processo, o gás das bolhas menores, com maior pressão interna, difunde-se até as bolhas maiores, com menor pressão interna (Figura 19). Assim, as bolhas menores desaparecem e bolhas maiores tornam-se ainda maiores, resultando numa desproporção das bolhas que ocasionam uma espuma menos atraente para o consumidor (BAMFORTH, 1999 apud BAMFORTH, et al, 2009). Sendo a difusão de gás um fator importante na dismutação, é fácil observar os benefícios substanciais do gás nitrogênio para a estabilidade da espuma em função da sua solubilidade aquosa relativamente baixa em comparação com CO_2 (CARROLL, 1979; MITANI et al, 2002; BAMFORTH, 2004 apud BAMFORTH, et al, 2009). Assim, a solubilidade do gás e a espessura do filme da bolha de gás, que por sua vez está relacionado com as taxas de drenagem, citado anteriormente, são os fatores mais importantes na limitação da dismutação (BAMFORTH, 2004 apud BAMFORTH, et al, 2009).

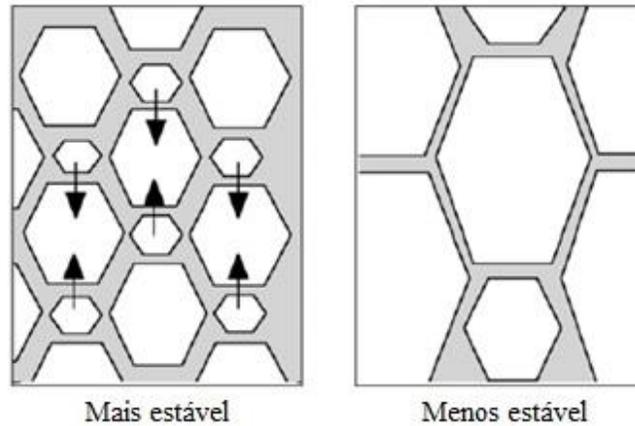


Figura 19 - Processo de dismutação (BAMFORTH, et al, 2009).

Segundo o modelo matemático de De Vries, a dismutação é dada por

(3)

$$r_t^2 = r_0^2 - \frac{4RTDS\gamma t}{P\theta}$$

Na qual:

r_t : raio da bolha ao tempo t

r_0 : raio da bolha ao início

R : constante dos gases ($8.3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$)

T : temperatura absoluta (K)

D : coeficiente de difusão dos gases ($\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$)

S : solubilidade do gás. ($\text{mol m}^{-3} \text{ Pa}^{-1}$)

γ : tensão superficial

t : tempo (s)

P : pressão

θ : espessura do filme entre as bolhas

A vantagem enorme de níveis baixos de nitrogênio gasoso na estabilidade da espuma é explicada em virtude da sua solubilidade muito mais baixa do que o dióxido de carbono (CO_2), o que significa que é menos capaz de se dissolver na interface entre o líquido e o gás, ou seja, o nitrogênio difunde menos entre uma bolha e outra que o dióxido de carbono. A espessura do filme também é importante, e isso é impactado, principalmente pelas taxas de drenagem, que podem ser diminuídas pela adição de hidrocolóides e por

todos os materiais de superfície ativos que entram na parede da bolha e interagem para atingir um quadro capaz de manter a integridade do filme, sendo que o hidrocolóide pode ter adicionalmente um papel importante como material de ligação entre os diferentes componentes do filme da bolha de gás, pelos grupos altamente hidrofílicos que possui.

2.3 - Parâmetros químicos das Cervejas Tipo Pilsen

As cervejas tipo Pilsen, um estilo da família lager, são as mais consumidas no país, embora aqui tenham se tornado mais leves, mais refrescantes, menos encorpadas, menos amargas e com menor teor alcoólico do que as originais tchecas. Essas cervejas, também chamadas de “cerveja tipo padrão” (Tabela 1) responderam por 87% do mercado em 2011 e são uma combinação entre o perfil da cerveja europeia e americana (MEGA; NEVES; ANDRADE, 2001; MINTEL, 2011).

Tabela 1 - Composição média de uma cerveja tipo Pilsner

Parâmetros	
Álcool	4,8-5,1 mL/100 mL
Extrato	3,9-4,1 g/100 g
Água	920 g/kg
Energia fisiológica	400-440 kJ/kg
Carboidratos (>40)	27-30 g/L
Proteínas e aminoácidos (>30)	4,3 g/L
Elementos traço (>40)	1500-1700 mg/L
Vitaminas (>14)	200-220 mg/L
Sódio	40-45 mg/L
Ácidos orgânicos e graxos	630-380 mg/L
Substâncias fenólicas (>50)	150-155 mg/L
Componentes do lúpulo (>130)	250-500 mg/L
Dióxido de carbono	0,50 g/100 g
Dióxido de enxofre	3 mg/L
Elementos nucleicos (>25)	300 mg/L
Aminas, amidas, pirazinas (>50)	70 mg/L
Produtos secundários da fermentação (>300)	1500-1800 mg/L
Fibras	1520-1530 mg/L
Nitrato	25-33 mg/L
Oxalato	12-13 mg/L

(KUNZE, 2006)

Kunze (2006) ainda apresenta as propriedades médias de uma cerveja Lager clara padrão (Tabela 2), que, segundo o autor, representa aproximadamente 80 a 90% de toda cerveja de baixa fermentação produzida no mundo. Essas cervejas tem um conteúdo de extrato original que geralmente se encontra entre 10,5 e 12,5%, um nível alcoólico de 4,7 a 5,3% em volume e são moderadamente amargas, com 18 a 23 unidades IBU.

Tabela 2 - Propriedades médias de uma cerveja lager clara padrão

Parâmetros	
Mosto original	11,65%
Extrato aparente	2,28%
Extrato real	4,05%
	3,91% em
Álcool	massa
	4,99 em
	volume
Grau de fermentação aparente	82,40%
pH	4,58%
Cor	7,8 EBC
Amargor	21 IBU
Retenção de espuma (R&C)	117s

(KUNZE, 2006)

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi dividido em quatro etapas distintas (Figura 20). Inicialmente foram descartados os hidrocolóides que não conseguiram se dissolver corretamente na cerveja, analisando a estabilidade da solução cerveja-hidrocolóide a frio, em concentrações de 0,01g/L; 0,05 g/L e 0,1g/L.

Na segunda etapa foi analisada a viscosidade dos hidrocolóides selecionados, em mistura com água (branco) e cerveja (tratamentos), para avaliar diferenças significativas na viscosidade entre os diferentes hidrocolóides e entre as diferentes concentrações de: 0,01; 0,03; 0,05; 0,07; 0,09; 0,1 g/L.

Numa terceira etapa foi avaliada a capacidade espumante mediante testes de agitação das cervejas degaseificadas com os hidrocolóides nas concentrações antes mencionadas, as quais foram comparadas com o desempenho do hidrocolóide atualmente utilizado na indústria, o alginato de propilenglicol (APG).

Por fim, as cervejas foram misturadas com os diferentes hidrocolóides em concentrações de 0,01; 0,05; e 0,1 g/L, e submetidas a testes de agitação, com o propósito de avaliar a capacidade dos hidrocolóides em resistir à presença de ácidos graxos. Os ácidos graxos adicionados foram ácido palmítico, ácido oleico e ácido linoleico em concentrações de 1mg/L.

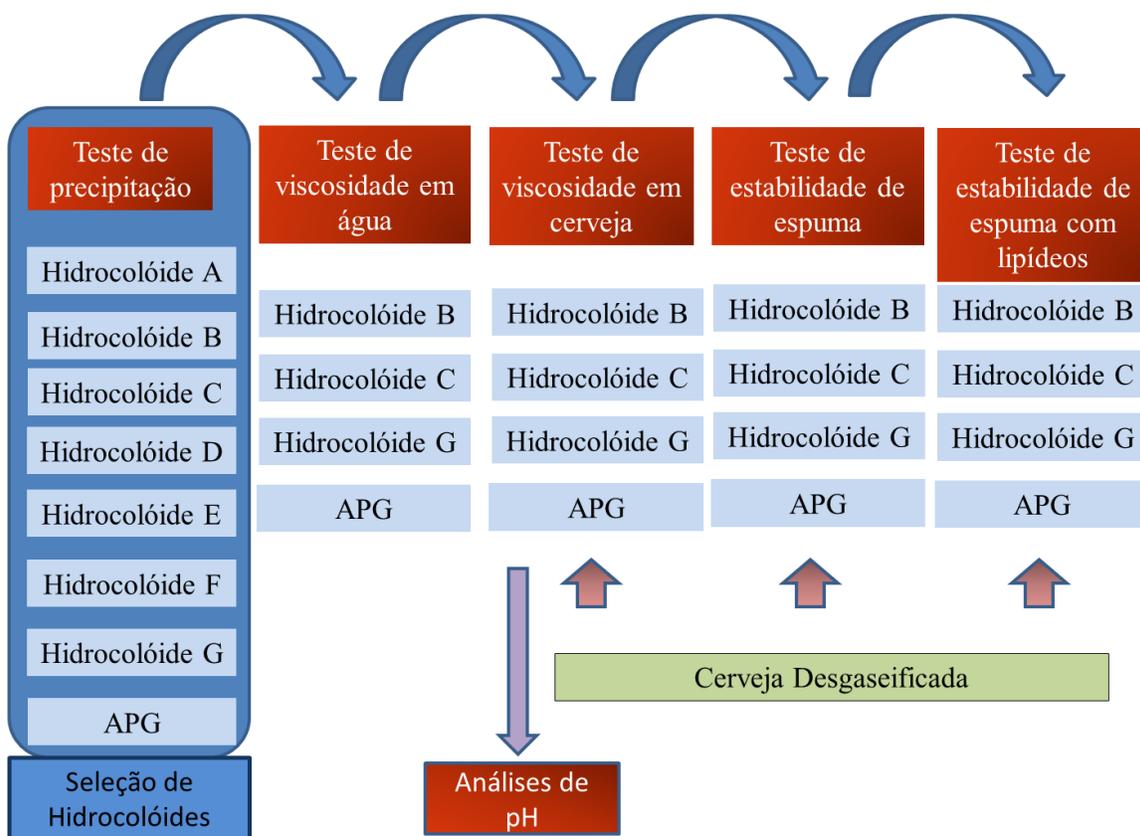


Figura 20 - Fluxograma de trabalho.

3.1 - Hidrocolóides testados

Os hidrocolóides testados na presente pesquisa foram estão representados em detalhe na Tabela 3 e adicionalmente maiores informações de cada hidrocolóide estão disponíveis em anexos nas fichas técnicas fornecidas por cada laboratório onde os mesmos foram produzidos.

Tabela 3 - Resumo das características dos hidrocolóides testados.

Código	Nome comercial	Laboratório	Família
1	KIMILOID® BF	Kimica Ingredients	Alginatos
2	Goma Gelana tipo Kelcogel® HF-B	CP KELCO	Gelanas Carboximetil
3	CMC tipo Cekol® 30.000	CP KELCO	Celuloses Carboximetil
4	CMC tipo Cekol ® HVD	CP KELCO	Celuloses
5	Genu® GUM tipo RL 200-Z	CP KELCO	Gomas Locustas
6	Genu® Pectin tipo 106-HV	CP KELCO	Pectinas
7	Genu® Pectin tipo 121 Slow Set	CP KELCO	Pectinas
8	Carragena GENUVISCO® tipo CSM-2	CP KELCO	Carragenas
9	Carragena GENULACTA® tipo K- 100	CP KELCO	Carragenas
10	Goma Xantana tipo Keltrol® RD	CP KELCO	Xantanas
11	Goma Xantana tipo Keltrol® 521	CP KELCO	Xantanas
12	GENU® Pectin tipo LM 102-AS	CP KELCO	Pectinas

3.2 - Caracterização da cerveja utilizada

A cerveja “tipo padrão” utilizada foi elaborada sem aditivos, seguindo procedimentos industriais para obter um produto homogêneo, os parâmetros de produção fornecido pelo produtor (Tabela 4), encaixam no tipo Pilsen (Tabela 1).

Tabela 4 - Parâmetros físico químicos da cerveja utilizada.

Parâmetros de produção	Unidade	
Grau de fermentação aparente	%	83 ^{±1,5}
Extrato original	°P	12,7 ^{±0,2}
Conteúdo de álcool	% v/v	5,7 ^{±0,1}
Amargor	BU	17-21
Color	EBC	9,5-11,8
Turbidez	°EBC	menor 0,8
Diacetilo	mg/L	menor 0,04
Oxigênio	mg/L	menor 0,2
pH		4,05 - 4,45
Espuma NIBEM	seg.	maior 220
CO2	v/v	2,7 ^{±0,1}
Pasteurização	UP	15 ^{±5}
Microbiologia	Col./100ml	menos de 10

Adicionalmente foi feita uma análise complementar para determinar a composição média da cerveja (Tabela 5). Os resultados estão de acordo com os apresentados por KUNZE (2006) para uma cerveja lager tipo Pilsen padrão.

Tabela 5 - Composição média da cerveja utilizada.

Parâmetro	Unidade	
Água	g/Kg	922,1 ^{±0,19}
Carboidratos	g/L	30,58 ^{±0,21}
Cinzas	mg/L	1649 ^{±1,41}
Nitrogênio total	mg/L	658,09 ^{±18,56}
Lipídeos	mg/L	133,33 ^{±16,66}

3.3 - Dissolução dos hidrocolóides em água destilada e cerveja

Os hidrocolóides foram dissolvidos em soluções aquosas de 1g/L, denominada de solução principal ou solução mãe, para serem posteriormente adicionados em volumes pequenos na cerveja degaseificada ou em água destilada para formar as respectivas concentrações que foram testadas ao longo do trabalho (figura 21). Dessa forma, simulou-

se o processo de aplicação industrial pelo qual passariam os hidrocolóides nas cervejarias, onde seria feita uma diluição prévia dos hidrocolóides em água, para serem adicionados no fim do processo de produção de cerveja, após a filtragem e antes do envase (círculo vermelho, figura 22).

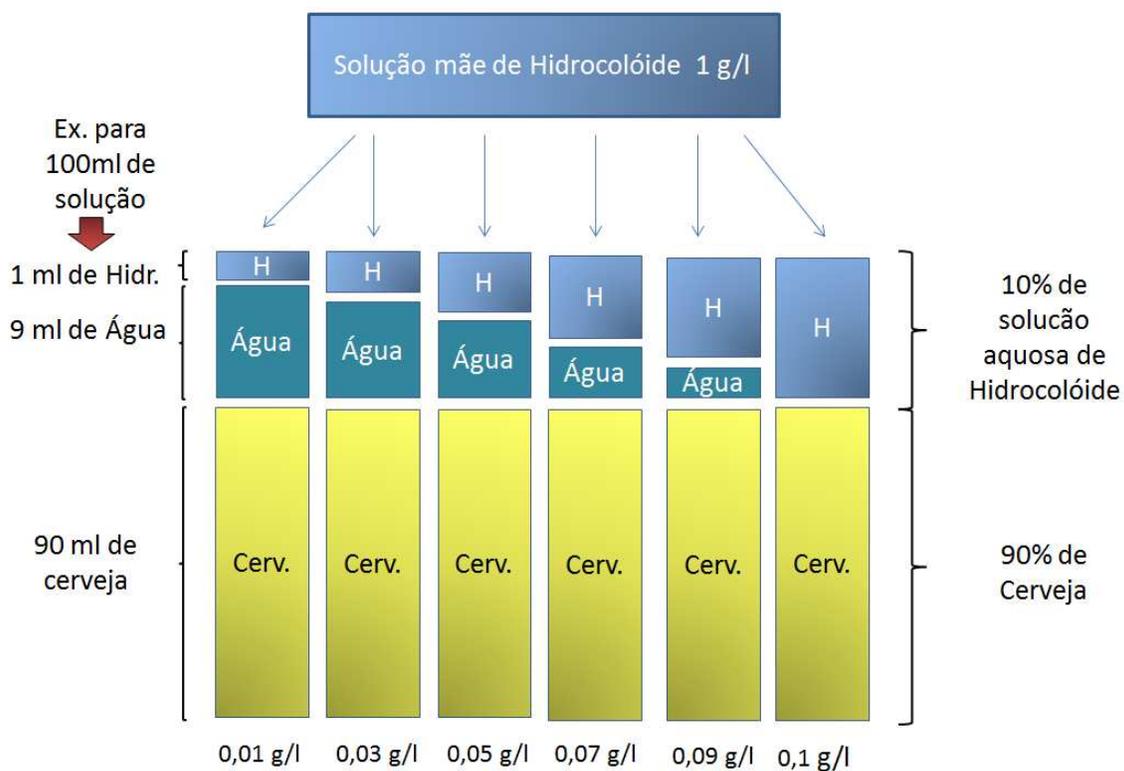


Figura 21 - Forma como os hidrocolóides foram adicionados na cerveja para formar as respectivas concentrações testadas ao longo da pesquisa.

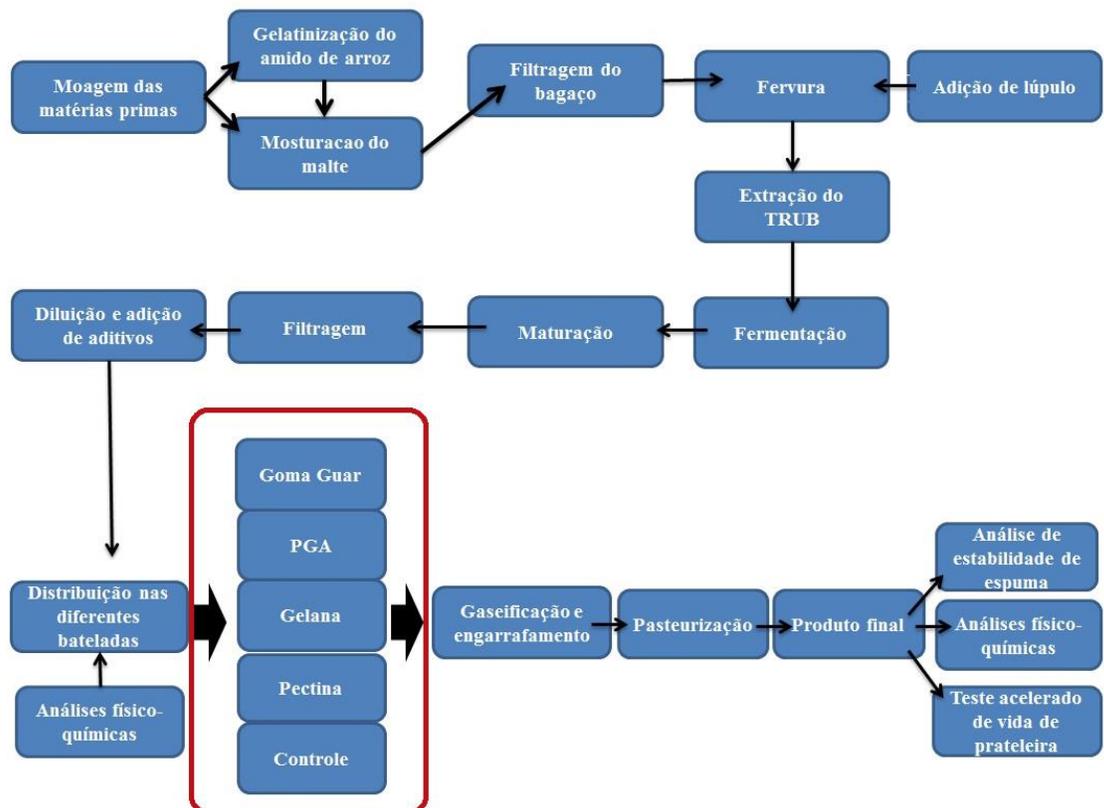


Figura 22 - Modelo clássico de produção de cerveja tipo Pilsen utilizado como modelo.

Para diluir os hidrocolóides e formar as soluções mães utilizou-se um equipamento de mistura de rotação variável Technical® TE039/1, com impelidor tipo naval de 3,5 cm de diâmetro. A rotação utilizada foi de 800 RPM, a qual foi capaz de agitar a solução sem produzir grumos. A solução foi agitada em reservatório de aço inox submersa em banho Buchi® b-480 de água fervente. CP KELCO

A temperatura de finalização do processo escolhida foi de 85°C, por ser a temperatura necessária à Goma Locusa (LBG) se solubilizar (Cargill, 2013), todos os outros hidrocolóides se solubilizariam abaixo desta temperatura.

Após o processo de diluição, a solução era resfriada em banho de água Marconi® a 20°C e posteriormente transferida para balão volumétrico de 1000 ml, o qual era aferido a 20°C no mesmo banho anteriormente citado.

Para diluir os hidrocolóides, seguiu-se o processo de dissolução citado anteriormente, no entanto, para diluir os hidrocolóides Goma Gelana tipo Kelcogel® HF-B, CMC tipo Cekol® 30.000, CMC tipo Cekol® HVD, Genu® GUM tipo RL 200-Z, Genu®

Pectin tipo 106-HV, Carragena GENUVISCO® tipo CSM-2, Carragena GENULACTA® tipo K-100, Goma Xantana tipo Keltrol® 52 e Genu® Pectin foi realizada uma pré-diluição com homogeneizador IKA Labortechnik® T-25 Basic, com o elemento dispersor ou haste IKA Labortechnik® S 25 N - 25 F, para que fosse possível eliminar os grumos, possibilitando a formação de uma solução real em água destilada. A velocidade de rotação foi de 5000 rpm durante um minuto, em temperatura ambiente.

3.4 - Processo de degaseificação

A cerveja foi degaseificada a uma temperatura de aproximadamente 8°C, com injeção gasosa de hélio a 50 KPa, mediante o equipamento degaseificador Shimadzu® DGU-2A (círculo verde, Figura 23), em uma proveta de 2000 ml e posteriormente submersa em um banho de ultrassom Sharp® UT-204, durante 10 minutos para eliminar os gases residuais da cerveja (Figura 24).

Para evitar a excessiva formação de espuma durante a degaseificação com hélio, conectou-se, além do difusor poroso, um segundo difusor de abertura de 5mm de diâmetro (círculo azul, figura 23), nos canais de saída de hélio do equipamento DGU-2A, para formar bolhas de grande tamanho e favorecer a dismutação da espuma, diminuindo assim a altura da mesma, (círculo vermelho Figura 23).

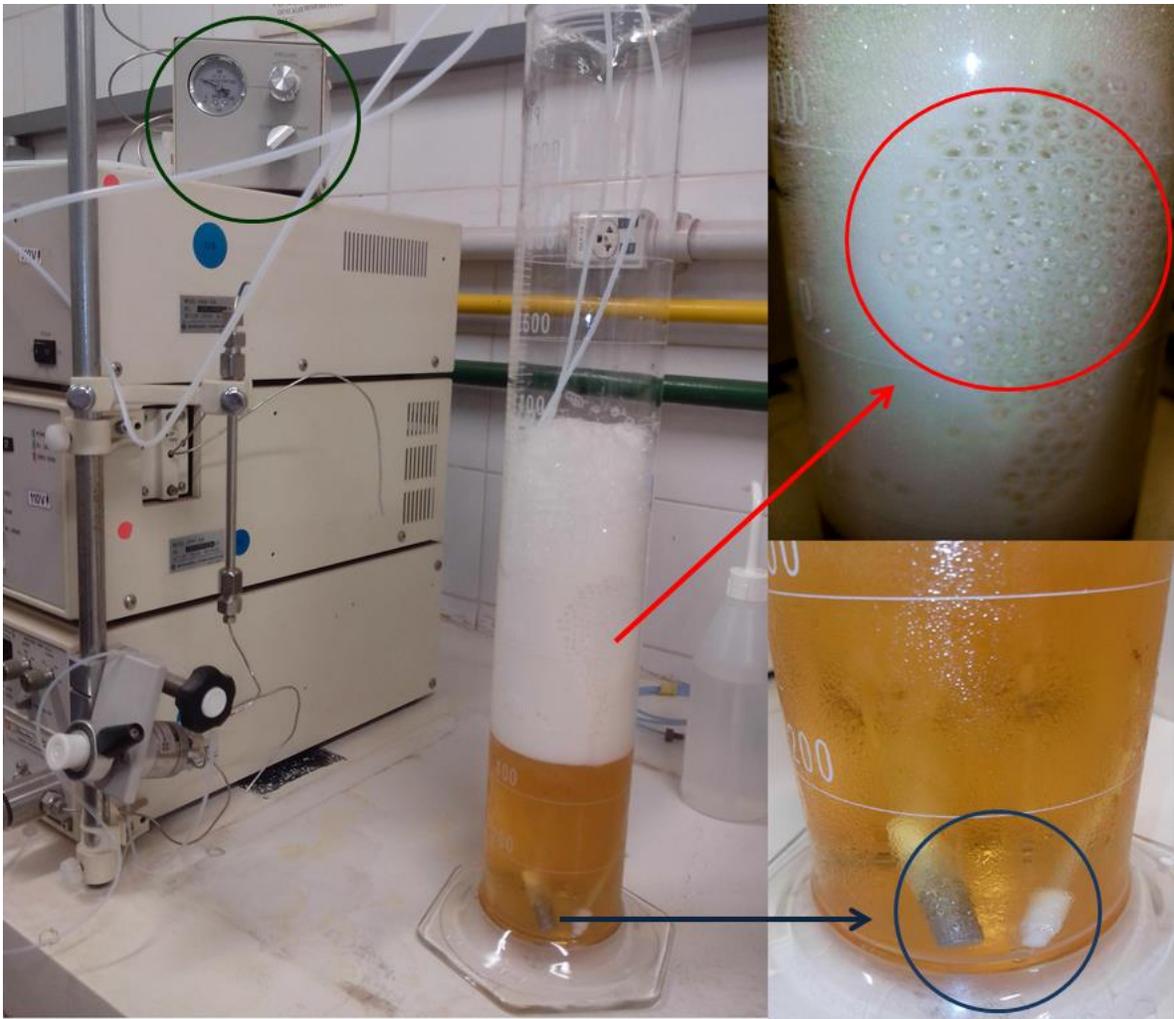


Figura 23 - Equipamento desgaseificador DGU-50.



Figura 24 - Banho de ultrassom Sharp® UT-204.

3.5 - Testes de precipitação

Foram realizados testes de precipitação não quantitativos, baseados na metodologia de Chapon (1993 apud KUNZE, 2006). O primeiro teste consistiu em incubar 10 ml de cerveja em tubos de ensaio contendo os diferentes hidrocolóides em concentrações de 0,01 g/L, 0,05 g/L e 0,1 g/L, a 8°C, durante 24 horas para evidenciar possíveis problemas de precipitação dos hidrocolóides ou turbamentos da cerveja.

Após 24 horas os tubos foram analisados visualmente, fotografados e comparados com o branco (sem hidrocolóide). Posteriormente adicionou-se 1 ml de etanol aos tubos e voltou-se a incubar por mais 24 horas, para forçar a precipitação dos hidrocolóides que aparentemente não turvaram a cerveja nem precipitaram no fundo e de igual forma foram analisados visualmente, fotografados e comparados ao branco de cerveja sem hidrocolóides mas com 1ml de etanol. Os tubos foram fotografados, após as horas de incubação anteriormente ditas, utilizando uma câmera Canon® 6D com uma lente Canon® 24-105 f4L.

Os hidrocolóides que passaram nas provas foram selecionados para serem avaliados nas análises posteriores, já mencionadas.

3.6 - Análise de viscosidade

A viscosidade foi analisada a 20°C mediante viscosímetro Brookfield LVDVI-Prime® com *spindle* e câmera (cup) Brookfield ULA. Para manter a câmera (cup) a 20°C se utilizou um banho termorregulado Brookfield® TC-550 (Figura 25). A viscosidade foi medida seguindo as especificações do fabricante do viscosímetro, a velocidade de rotação de 60 rpm e cada amostra com um volume de 16 ml.

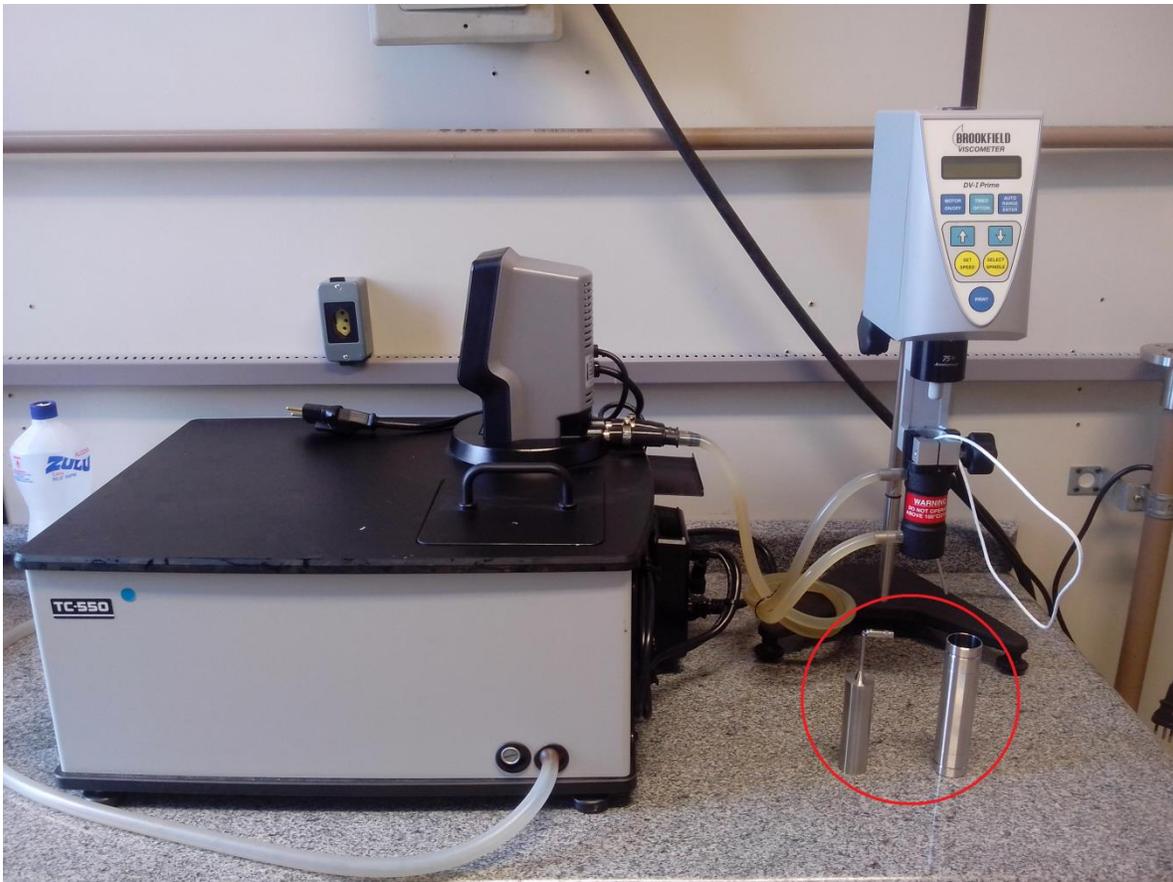


Figura 25 - Viscosímetro Brookfield® LVDVI – Prime com unidade de resfriamento Brookfield® TC-550. No círculo vermelho o spindle ULA e CUP

A viscosidade foi avaliada em soluções de água destilada e alíquotas de hidrocolóide das soluções mãe de 1 g/L, de igual forma para testar a viscosidade da cerveja com os diferentes hidrocolóides (Figura 21). Todos os testes de viscosidade foram avaliados em concentrações de: 0,01; 0,03; 0,05; 0,07; 0,09 e 0,1 g/L respectivamente, para a comparação das médias dos grupos, foi utilizado o teste de Tukey com 5% de nível de significância.

3.7 - Análise de pH

O pH da cerveja degaseificada misturada com os hidrocolóides nas concentrações de 0,01; 0,03; 0,05; 0,07; 0,09: e 0,1 g/L, foi medido com o pHmetro Digimed® DM 20 termo compensado (CECCHI, 2011); para a comparação das médias dos grupos, foi utilizado o teste de Tukey com 5% de nível de significância.

3.8 - Teste de agitação

Procedimento baseado no teste desenvolvido por Knapp e Bamforth (2002), que consiste em sacudir manualmente, dez vezes, 5 ml de cerveja desgaseificada em tubos de cultura de 15 mm de diâmetro interno e 150 mm de comprimento, num arco de 400 mm, depois remover imediatamente a tampa do tubo de cultura e medir a altura da espuma aos 0 e 30 minutos. Para os testes de estabilidade de espuma, os hidrocolóides foram avaliados em concentrações de 0,01; 0,05; e 0,1 g/L. Os tubos foram posicionados num suporte com uma régua (Figura 26), e fotografados a 0 e 30 minutos com câmera Canon® SX150IS.

Knapp e Bamforth (2002) perceberam no processo de desenvolvimento da metodologia que a quantidade de espuma em 0 minutos proporciona uma estimativa da capacidade de formação de espuma de uma cerveja.

Posteriormente, mediante o programa computacional Charten software® Bitruler 2007 e uma régua situada no suporte para os tubos (figura 26), mediu-se a altura da espuma no início e aos 30 minutos para calcular a porcentagem de espuma residual em relação à espuma inicial. Para a comparação das médias dos grupos, foi utilizado o teste de Tukey com 5% de nível de significância.

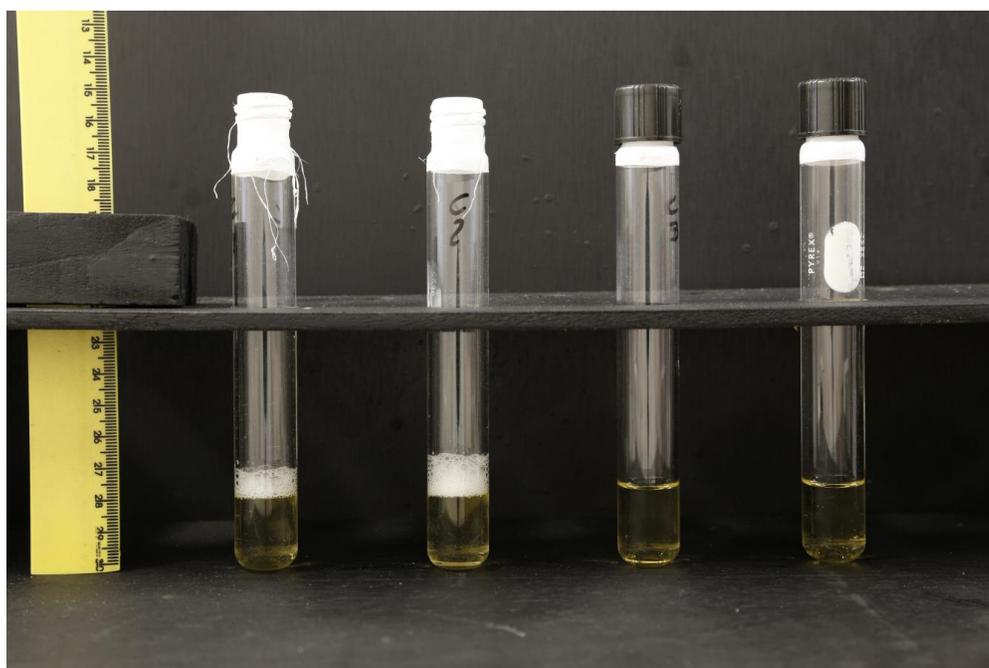


Figura 26 – Fotografia do suporte para os tubos de agitação.

3.9 - Teste de agitação com ácidos graxos livres

Foi realizado um teste de agitação similar à análise anteriormente mencionada, baseado nos trabalhos de Knapp e Bamforth (2002). Para a análise, escolheu-se a concentração de hidrocolóide intermediária de 0,05 g/L e adicionou-se uma alíquota de 10 μ L de ácido graxo livre dissolvido em etanol P.A. para atingir uma concentração de 1mg/L de ácido graxo livre nas diferentes cervejas misturadas com os hidrocolóides. A agitação do tubo foi feita imediatamente após a adição dos ácidos graxos livres, para assim testar o prejuízo gerado na cerveja no contato imediato com os ácidos graxos, simulando assim problemas relacionados ao consumo de cerveja e seu serviço e não propriamente a produção cervejeira (ROBERT et al, 1978).

Os ácidos graxos livres testados na presente pesquisa foram ácido palmítico padrão ≥ 99 Sigma®, ácido oleico padrão ≥ 99 Sigma®, ácido linoleico padrão ≥ 99 Sigma®.

A altura da espuma nos tubos de cultura foi registrada em um vídeo gravado com câmera Canon® 6D provida de lente Canon® 24-105 f4 L. Os vídeos foram tratados digitalmente Adobe® Premiere Pro CC para inserir um contador de tempo, posteriormente a partir dos vídeos escolheram-se fotogramas aleatórios para medir a altura de espuma e elaborar um modelo matemático da altura da espuma em função do tempo quando adicionados os diferentes hidrocolóides e os ácidos graxos estudados.

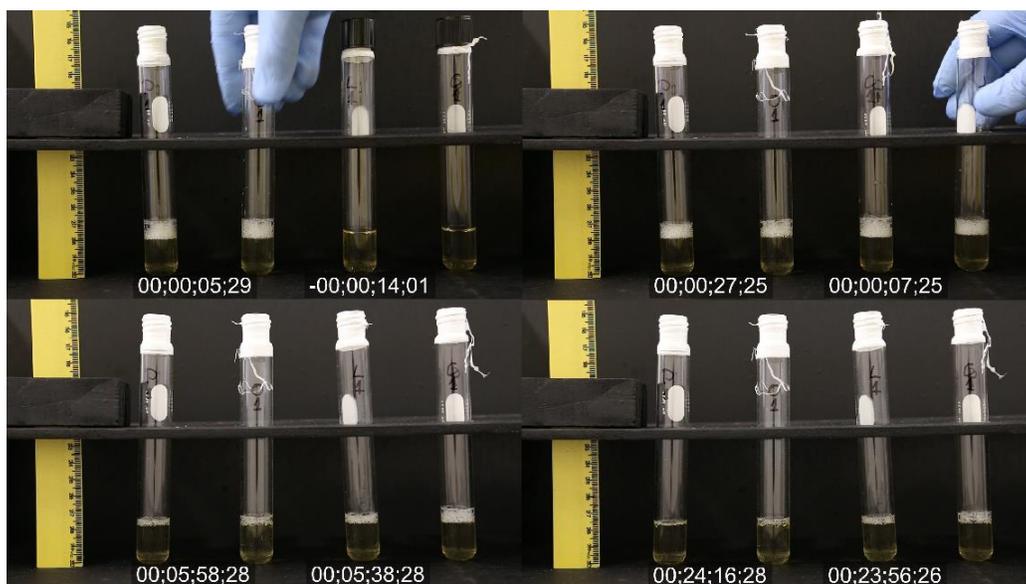


Figura 27 - Imagem de vídeo feito para registrar o decaimento da espuma quando adicionada alíquotas de ácidos graxos livres.

4 ■ RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a correlação da revisão bibliográfica juntamente com os diversos testes realizados durante a pesquisa, foi possível atingir alguns resultados referentes aos hidrocolóides e a espuma da cerveja.

4.1- Testes de precipitação

O hidrocolóide KIMILOID® BF (APG), independentemente da concentração testada, não apresentou diferenças visuais quando comparado ao branco (Figura 28), o que era esperado, já que esse hidrocolóide já é utilizado na produção cervejeira (HUGHES; BAXTER, 2001).

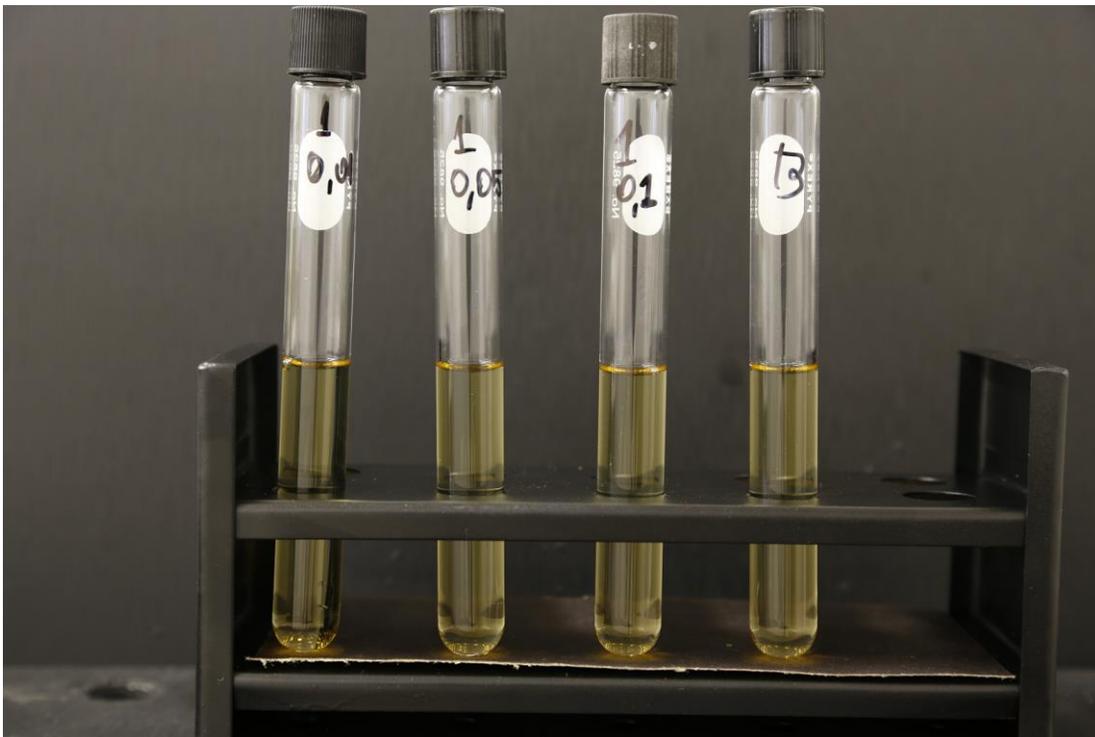


Figura 28 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide KIMILOID® BF (APG). Da esquerda para a direita, concentrações de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e controle.

O hidrocolóide CMC tipo Cekol® 30.000, turvou ligeiramente a cerveja, em contraste ao branco. Essa característica é perceptível ao aumento da concentração do hidrocolóide. Essa turvação ocorreria em função do baixo grau de substituição (0,75-0,85),

sendo que quanto maior o grau de substituição maior é a claridade da solução de hidrocolóide (CP KELCO, [ca. 2009]).

O hidrocolóide CMC tipo Cekol ® HVD, turvou ligeiramente a cerveja em contraste ao branco. Tal característica é perceptível em função do aumento da concentração do hidrocolóide. Essa turbidez semelhante ao outro hidrocolóide CMC tipo Cekol® 30.000 ocorreria devido a algum problema de solubilidade do hidrocolóide na solução que possivelmente em função do pH relativamente ácido da cerveja (4,65), na qual o hidrocolóide CMC tipo Cekol ® HVD está no limite da faixa de solubilidade (DOSSIE: GOMAS, 2011).

O hidrocolóide CMC tipo Cekol ® HVD turvou ligeiramente menos a cerveja em comparação ao hidrocolóide CMC tipo Cekol® 30.000, possivelmente pelo diferente grau de substituição que apresentam os hidrocolóides 0,85-0,95 e 0,75 e 0,85, respectivamente, uma vez que o grau de substituição aumenta a solubilidade da CMC em água (DOSSIE: GOMAS, 2011).

O hidrocolóide Genu® GUM tipo RL 200-Z (goma locusta) não precipita na cerveja nem turva a mesma (Figura 29), devido a estabilidade em pH de 3,5 a 11, pelo fato de possuir cadeias neutras na estrutura química (AS GRANDES GOMAS, 2011; CARGILL, 2013). Por isso foi escolhido para as etapas seguintes da pesquisa.

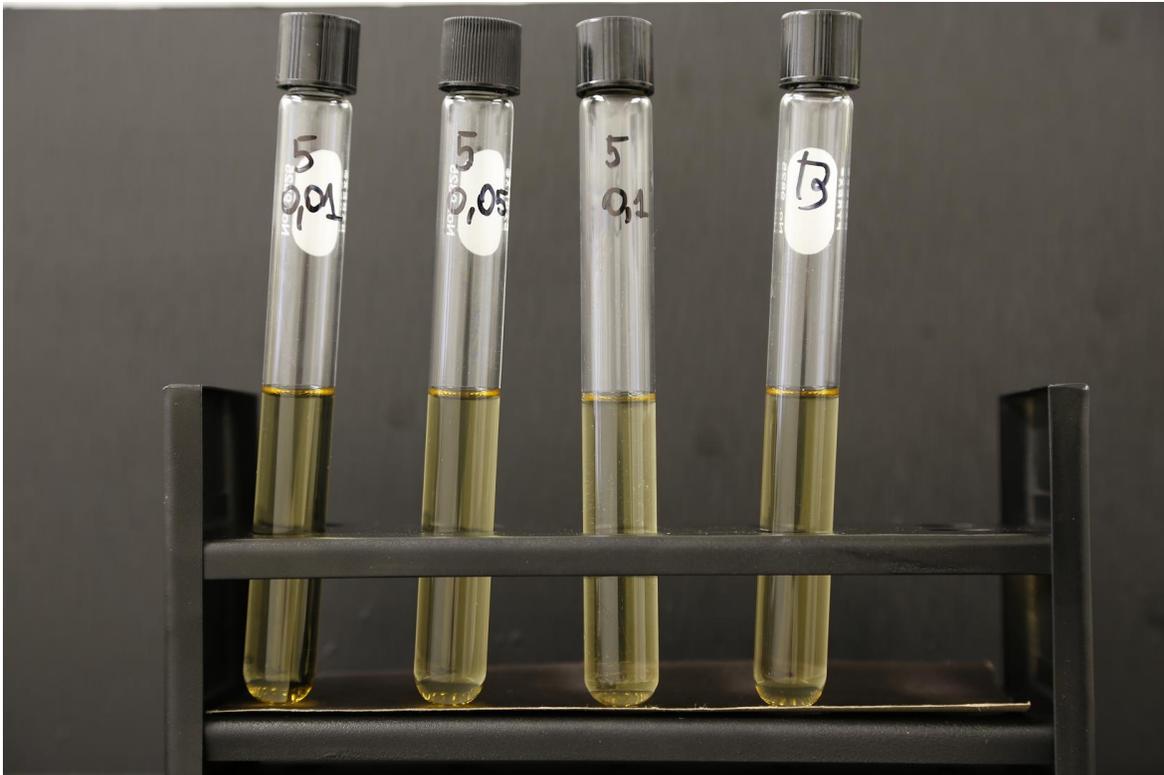


Figura 29 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide Genu® GUM tipo RL 200-Z. Da esquerda para a direita concentrações de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e controle.

O hidrocolóide Genu® Pectin tipo 106-HV não precipitou na cerveja nem enturvou a mesma (Figura 30), dada a grande estabilidade desse composto em meio ácido (DOSSIE: GOMAS, 2011) e sendo assim, foi escolhido para as etapas seguintes da pesquisa.

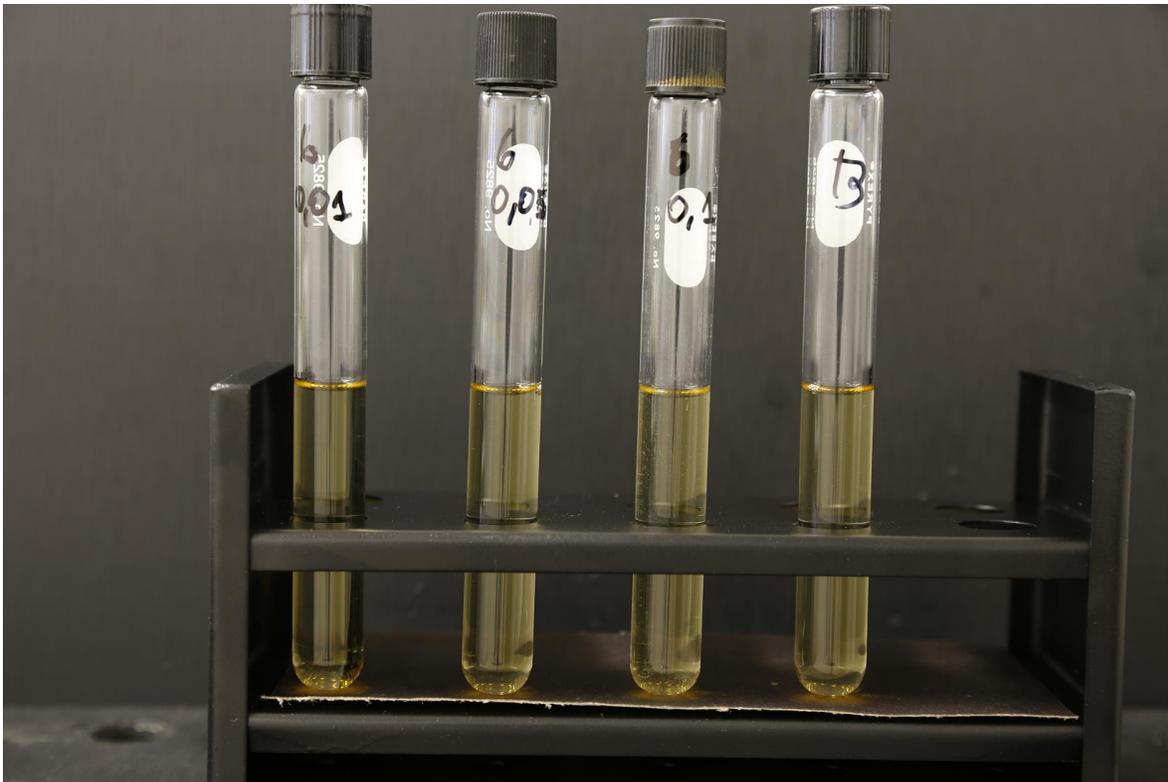


Figura 30 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide Genu® Pectin tipo 106-HV. Da esquerda para a direita concentrações e 0,01; 0,05; 0,1 g/L e controle.

O hidrocolóide Genu® Pectin tipo 121 Slow Set não precipitou na cerveja nem enturvou a mesma (Figura 31), o que é uma característica própria das pectinas por sua grande estabilidade em meio ácido (DOSSIE: GOMAS, 2011), sendo então escolhido para as seguintes fases da pesquisa.

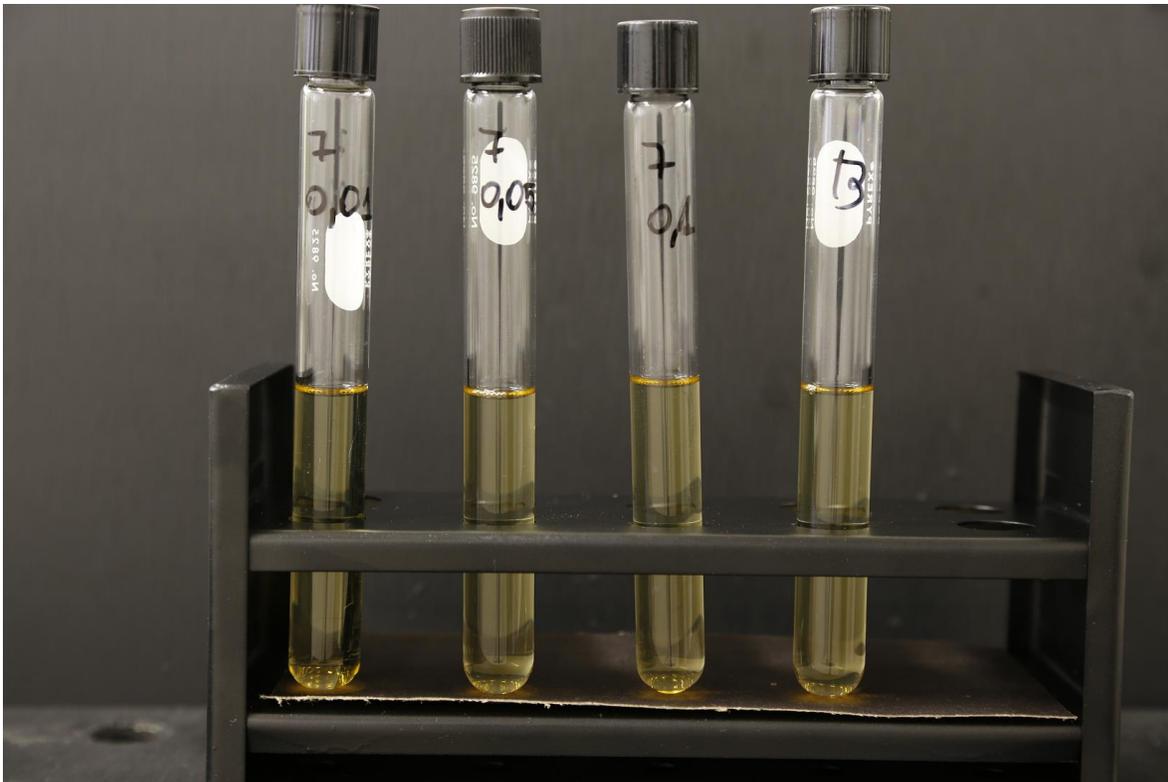


Figura 31 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide Genu® Pectin tipo 121 Slow Set. Da esquerda para a direita indicam concentrações de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e controle.

O hidrocolóide Carragena GENUVISCO® tipo CSM-2 enturvou fortemente a cerveja, sendo que a parte superior ficou mais enturvada que a parte inferior (Figura 34). Este fato pode ser atribuído á tendência da carragena a diminuir sua solubilidade e começar a formar gel em presença de pequenas concentrações de cálcio, ou em baixas temperaturas, como aquelas nas quais foram incubados os tubos (Figura 33).

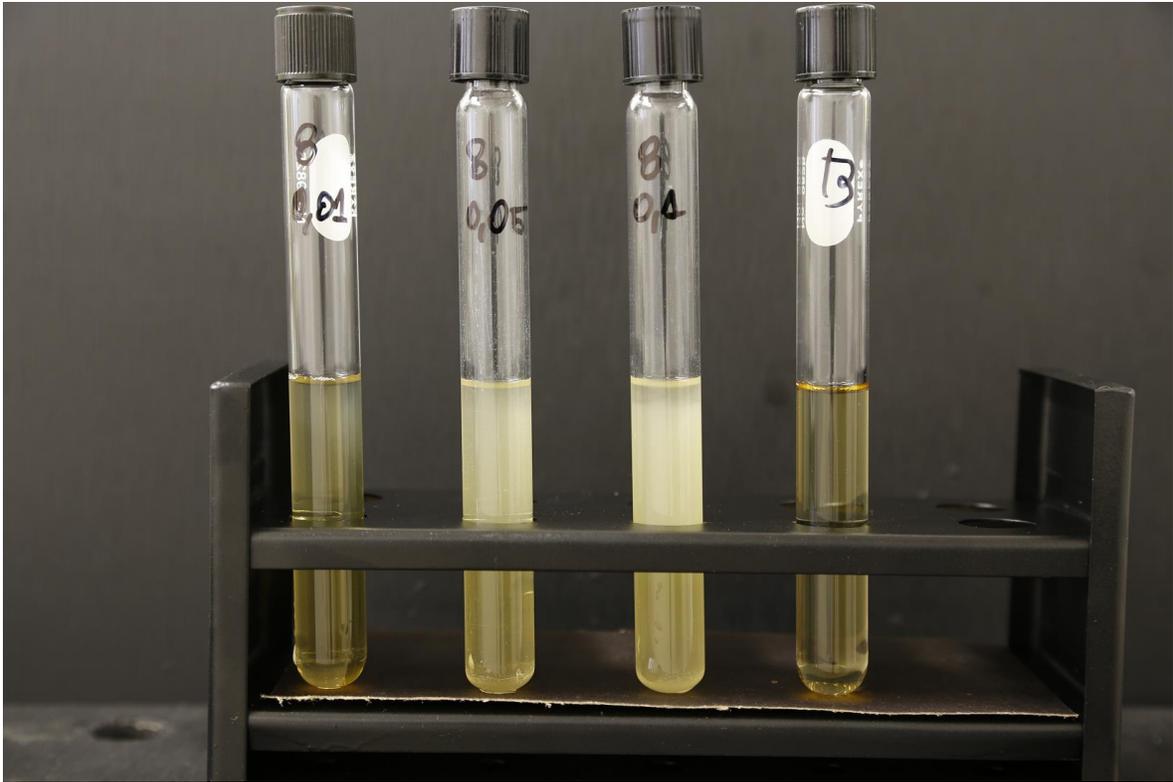


Figura 32 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide Carragena GENUVISCO® tipo CSM-2. Da esquerda para a direita concentrações de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e controle.

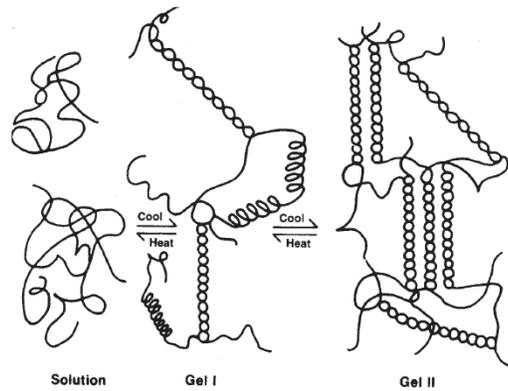


Figura 33 - Formação de gel do hidrocolóide carragena mediante frio (CP KELCO, 2001)

O hidrocolóide Carragena GENULACTA® tipo K-100 gelificou e precipitou no fundo do tubo (Figura 34), formando um gel compacto a diferença do hidrocolóide GENUVISCO® tipo CSM-2. Essa precipitação em forma de gel é devido às pequenas concentrações de cálcio na solução de cerveja ou às baixas temperaturas nas quais foram conduzidos os testes (Figura 33). A maior precipitação se deve ao fato de que este tipo de carragena é o tipo Kappa, o qual é o menos solúvel que os tipos Iota e Lambda.

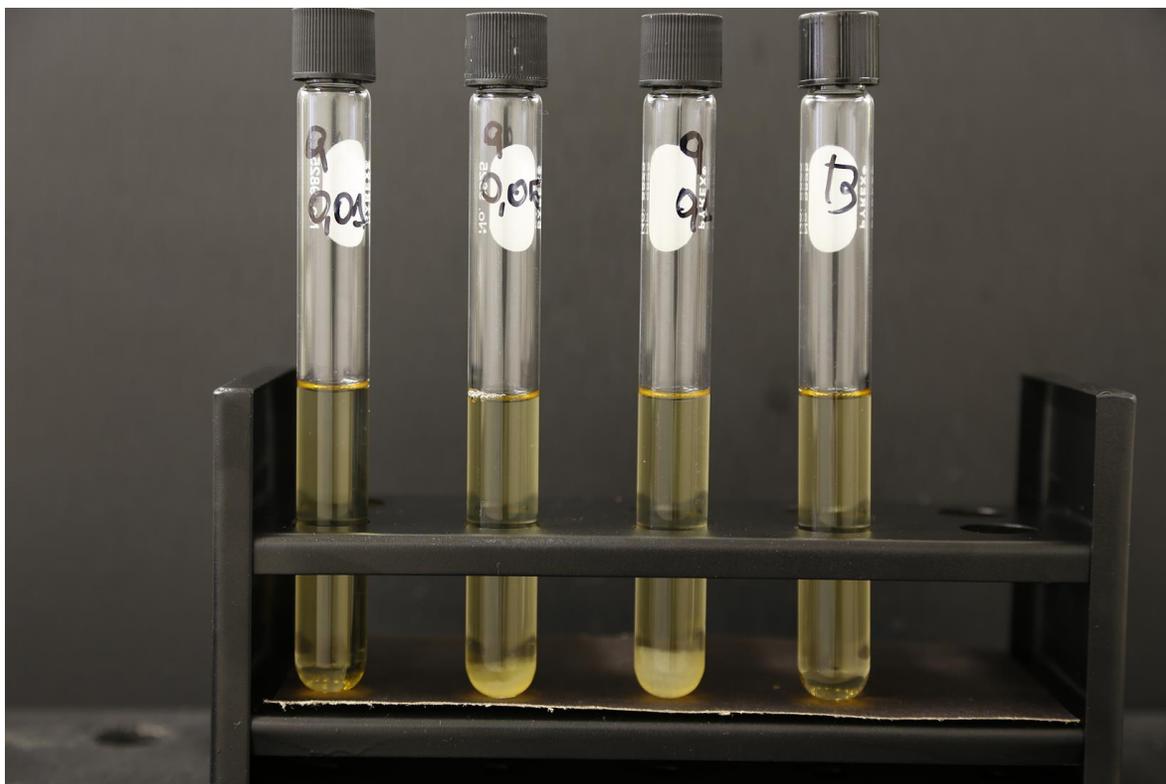


Figura 34 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide Carragena GENULACTA® tipo K-100. Da esquerda para a direita concentrações de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e controle.

O hidrocolóide Goma Xantana tipo Keltrol® RD, enturvou ligeiramente a cerveja em contraste ao branco. Essa característica é perceptível no aumento da concentração do hidrocolóide. Esse fato pode ser atribuído à interação das pequenas quantidades de etanol presentes na cerveja com o hidrocolóide levando a precipitação parcial do hidrocolóide (CP KELCO, 2007).

O hidrocolóide Goma Xantana tipo Keltrol® 521, turvou ligeiramente a cerveja em contraste ao branco. Tal característica, da mesma forma que para hidrocolóide Goma Xantana tipo Keltrol® RD, também é perceptível em função do aumento da concentração do mesmo. Esse fato é provavelmente devido, como anteriormente dito, a interação do hidrocolóide com o etanol da cerveja.

O hidrocolóide GENU® Pectin tipo LM 102-AS, não turbou a cerveja em nenhuma das concentrações testadas (Figura 35), semelhante aos hidrocolóides Genu® Pectin tipo 106-HV e Genu® Pectin tipo 121 Slow Set, possivelmente pela grande estabilidade em meio ácido que apresentam as pectinas.

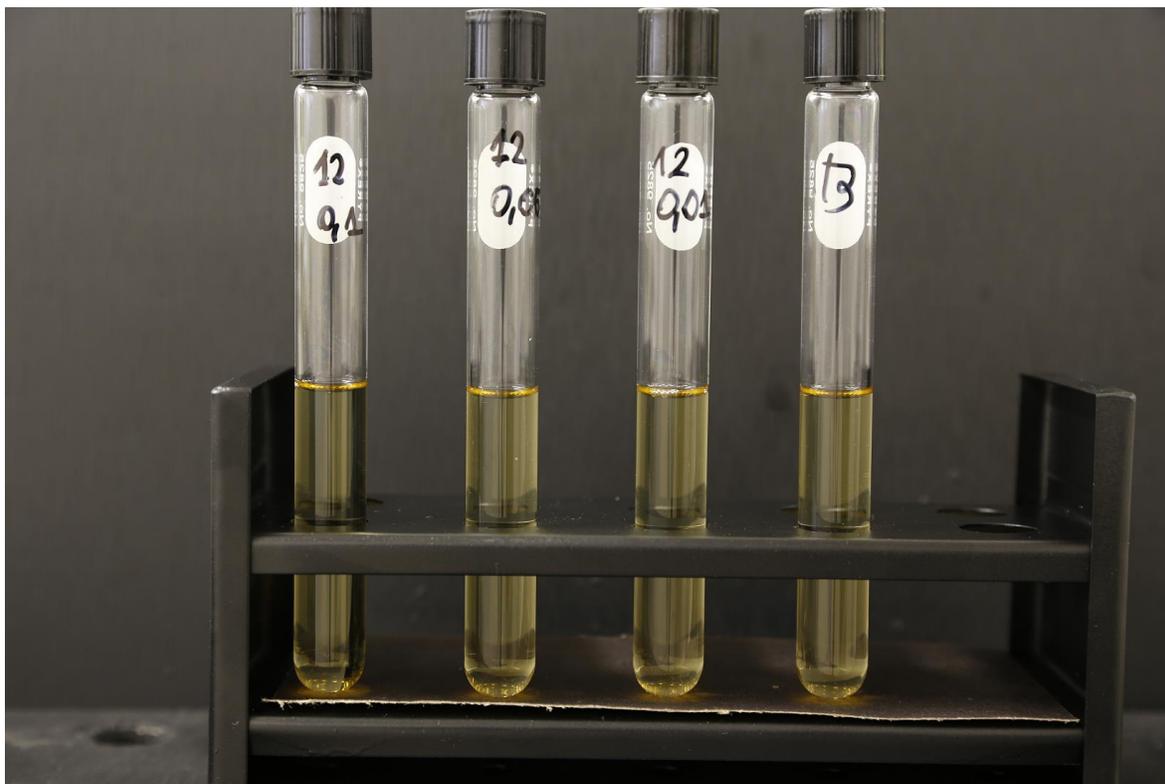


Figura 35 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide GENU® Pectin tipo LM 102-AS. Da esquerda para a direita concentrações de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e controle.

4.1.1 - Teste de precipitação forçada mediante etanol

No teste de precipitação forçada mediante etanol houve uma diferença entre a cerveja branco e a mesma cerveja com adição de 1 ml de etanol e incubada por 24 horas a 8°C, a qual foi nas seguintes análises chamada de igual forma como branco. No tratamento com etanol (Figura 40) observa-se a precipitação de pequenos pontos brancos, os quais indicariam segundo Chapon (1968 apud KUNZE, 2006) complexos de proteínas e taninos.

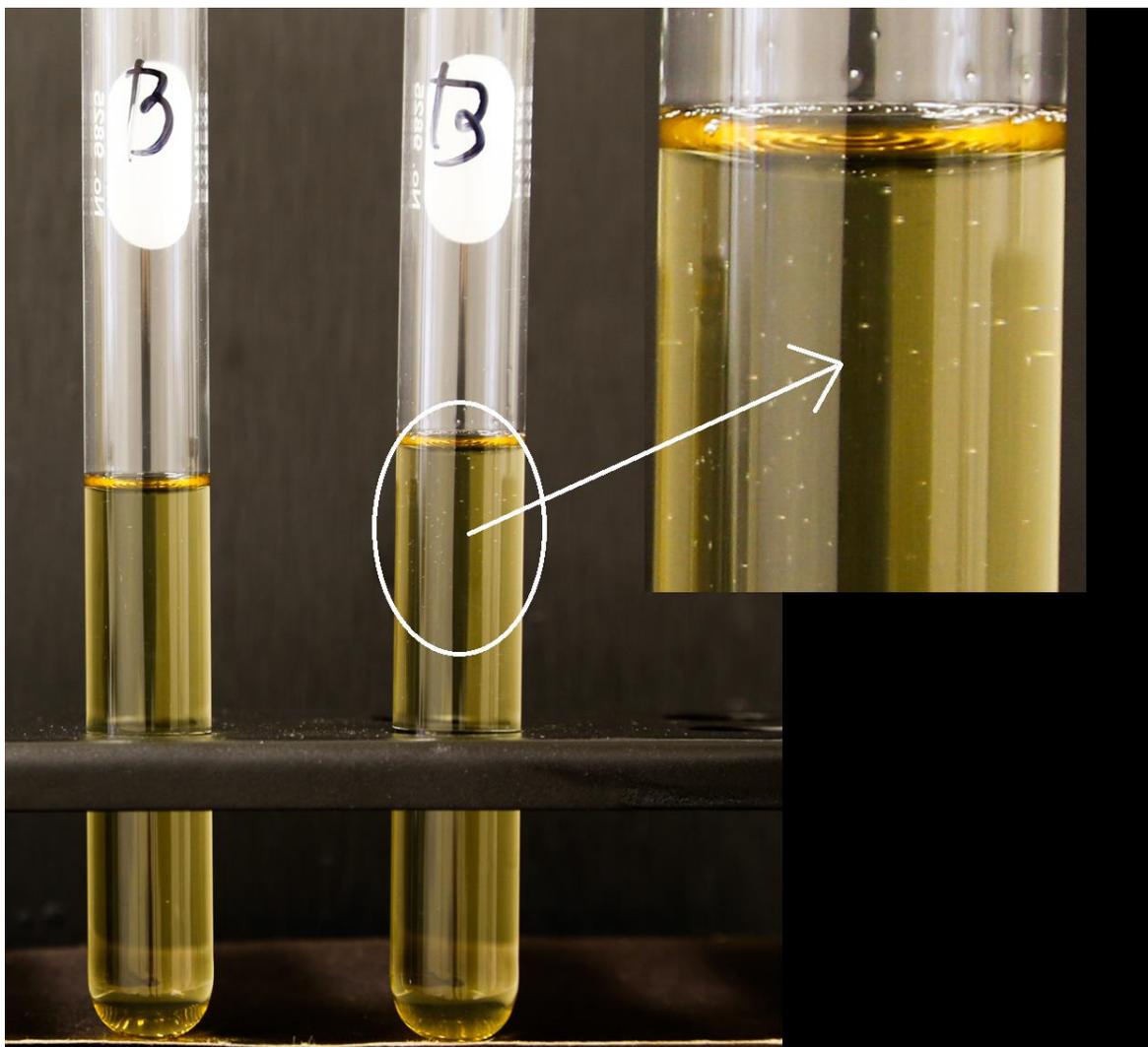


Figura 36 – 10 ml cerveja junto à mesma cerveja com a adição de 1 ml de etanol e incubada por 24 horas a 8°C.

A cerveja com o hidrocolóide KIMILOID® BF (APG) com o tratamento de etanol, formou um precipitado de pontos brancos em maiores quantidades que o tratamento sem

hidrocolóide (branco), também foi percebido que ao aumentar a concentração aumentaram a quantidades de precipitados, esses resultados baseados nos estudos de Chapon (1968 apud KUNZE, 2006) apontariam que o APG forma complexos com proteínas e polifenóis, os quais são os componentes principais da espuma, por outro lado da a entender porque o APG poderia aumentar a turbidez (*chill haze*) a qual é causada por complexo de polifenóis e proteínas (BAMFORTH, et al, 2009).

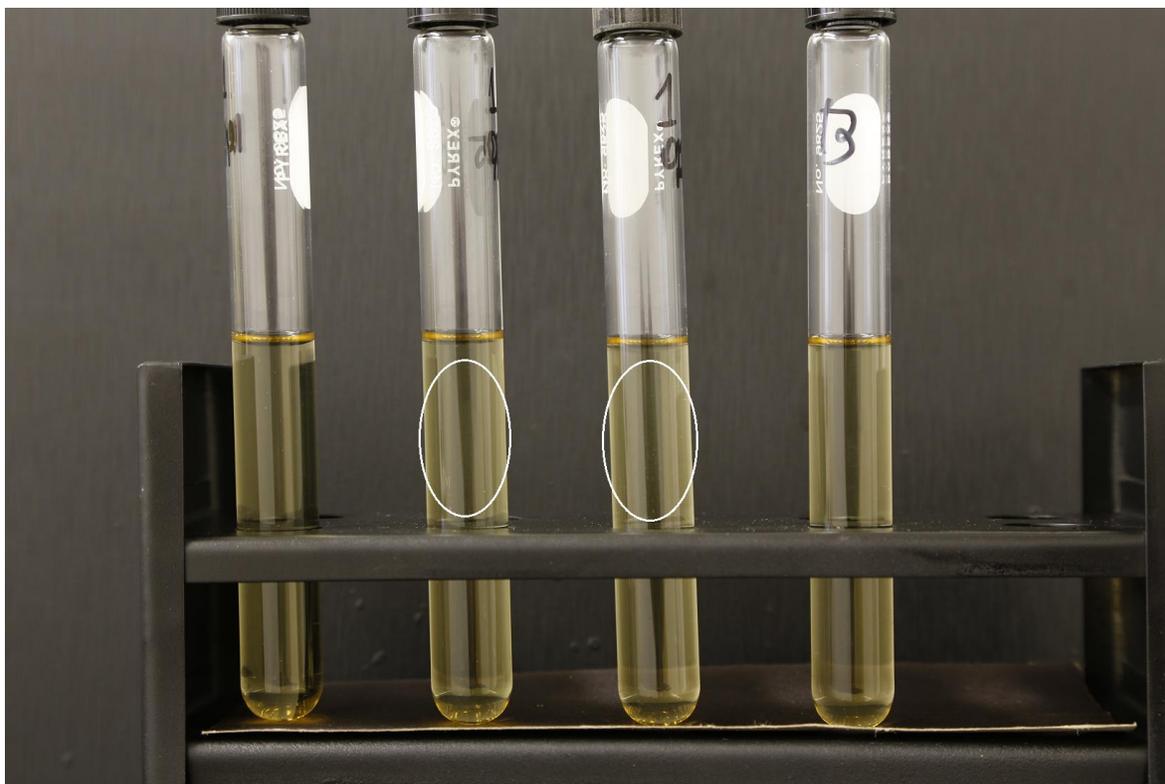


Figura 37 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide KIMOLOID® BF (APG) e etanol. Os tubos da esquerda à direita indicam a concentração de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e o controle.

O hidrocolóide CMC tipo Cekol® 30.000 aumentou ainda mais a turbidez no que se refere ao tratamento sem etanol e adicionalmente começaram a tornarem-se visíveis pequenas partículas transparentes em suspensão (círculo branco da Figura 38). Essa precipitação atribui-se à diminuição do pH e ao efeito precipitante do etanol (DOSSIE: GOMAS, 2011).

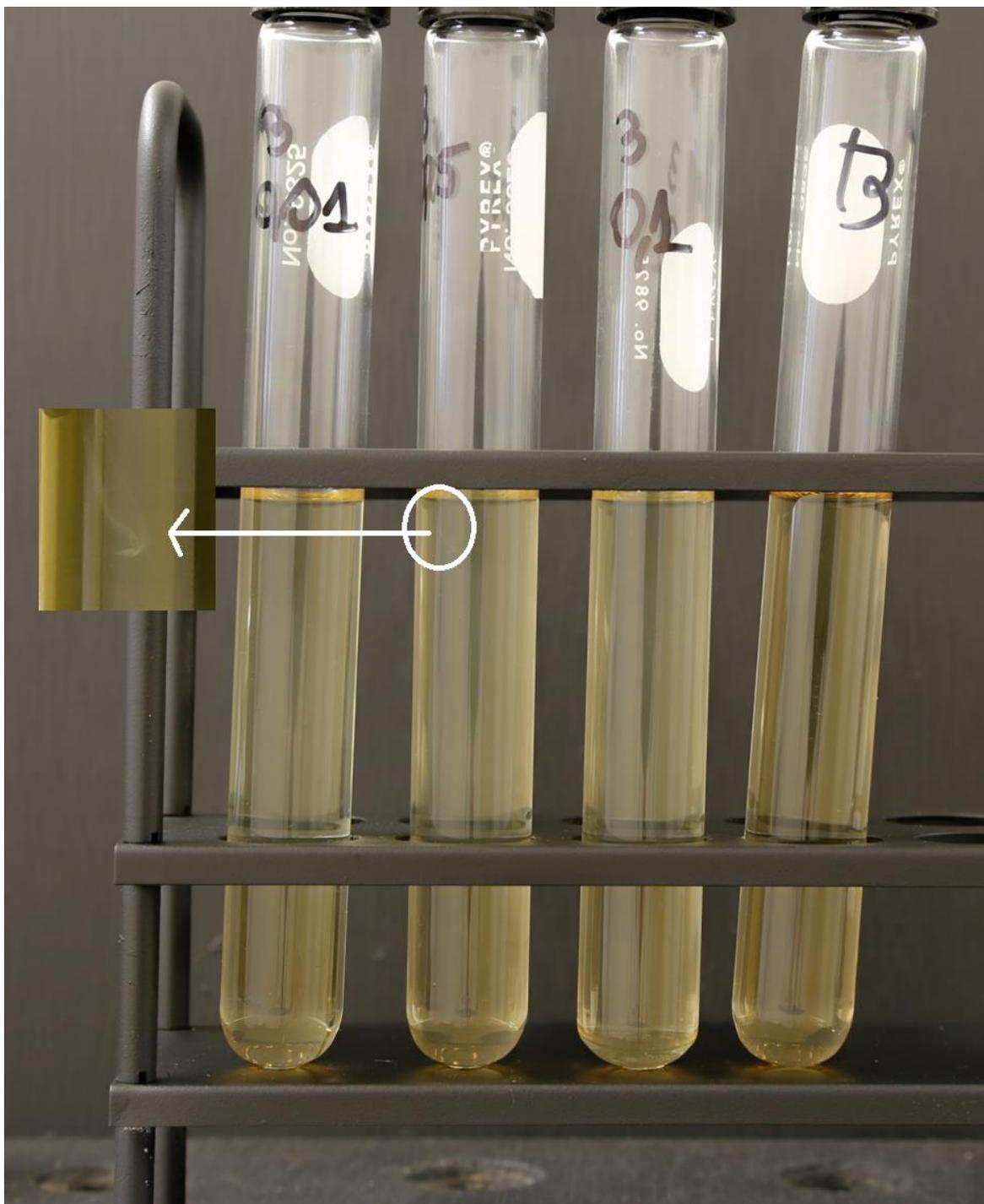


Figura 38 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide CMC tipo Cekol® 30.000 e etanol. Os tubos da esquerda à direita indicam a concentração de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e o controle.

O hidrocolóide CMC tipo Cekol ® HVD enturvou mais a cerveja em comparação ao tratamento sem etanol (Figura 39), de igual maneira ao que ocorreu com o hidrocolóide CMC tipo Cekol® 30.000, com a diferença de que não formou precipitados visíveis, o pode-se atribuir ao maior grau de substituição desse tipo de CMC.

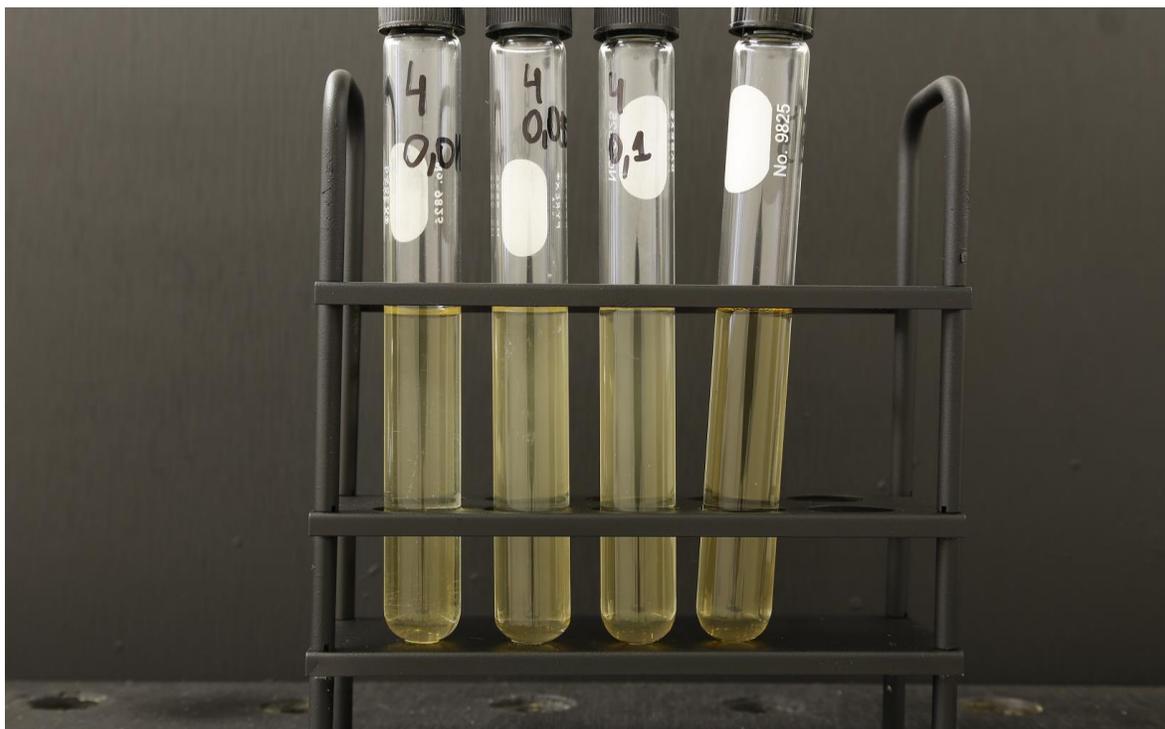


Figura 39 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide CMC tipo Cekol ® HVD e etanol. Os tubos da esquerda à direita indicam a concentração de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e o controle.

O hidrocolóide Genu® GUM tipo RL 200-Z, goma locusta (Figura 40), não precipitou nem turvou a cerveja, também não precipitou em forma de pontos brancos em suspensão, como o caso do APG e como o próprio branco, com o qual pode-se atribuir em efeito de estabilização coloidal devido a seu caráter neutro (AS GRANDES GOMAS, 2011; CARGILL, 2013).

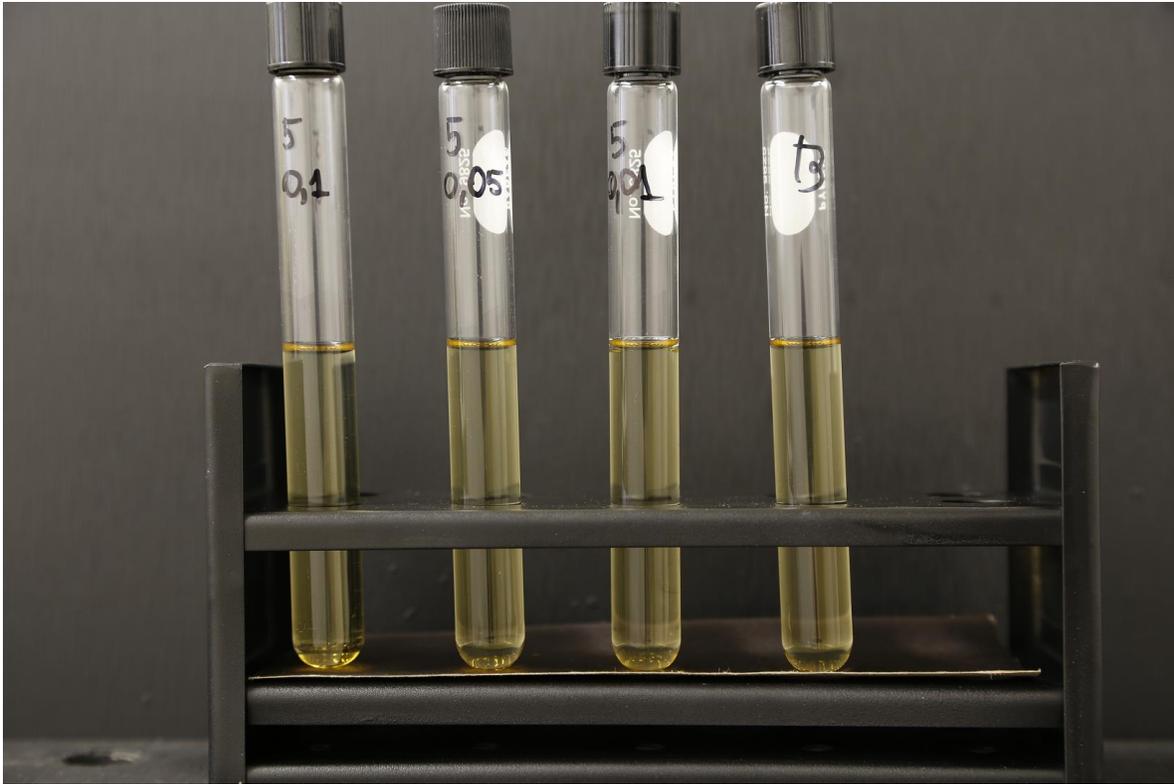


Figura 40 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide Genu® GUM tipo RL 200-Z e etanol. Os tubos da esquerda à direita indicam a concentração de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e o controle.

O hidrocolóide Genu® Pectin tipo 106-HV (Figura 41), não turbou a cerveja, mas sim no fundo do tubo precipitou-se uma substância branca, de forma similar ao branco e o tratamento com APG. Também observa-se que quanto maior a concentração, maior a quantidade de precipitado. De igual maneira ao anteriormente dito para o tratamento de etanol com APG, assume-se que o precipitado é formado por proteínas e polifenóis (CHAPON, 1968 apud KUNZE, 2006).

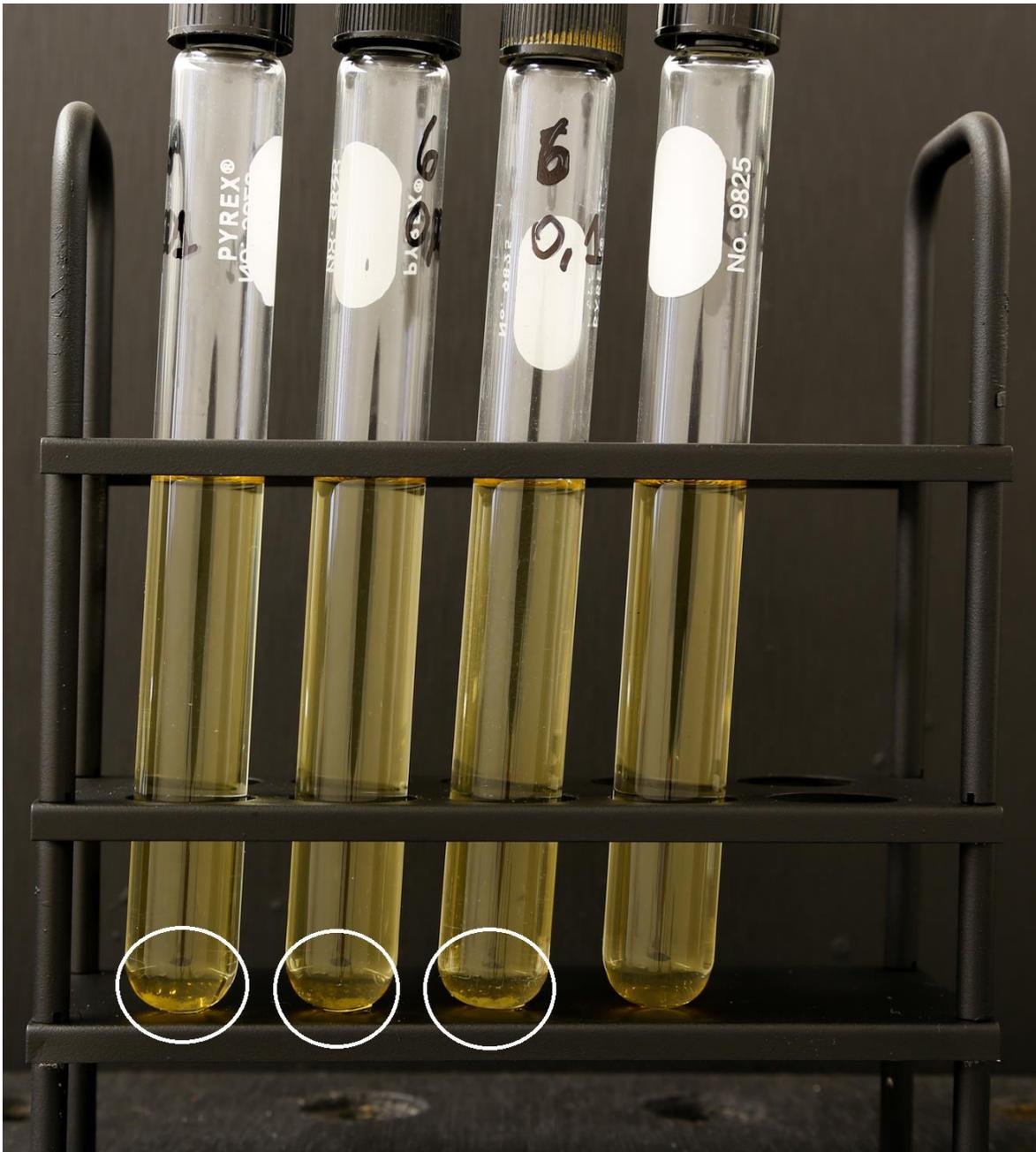


Figura 41 – Tratamento de cerveja com hidrocolóide Genu® Pectin tipo 106-HV e etanol. Os tubos da esquerda à direita indicam a concentração de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e o controle.

O hidrocolóide Genu® Pectin tipo 106-HV, (Figura 42), não turbou a cerveja, mas sim houve uma precipitação de igual maneira que o hidrocolóide Genu® Pectin tipo 106-HV, com o qual assume-se que o precipitado é formado por proteínas e polifenóis (CHAPON, 1968 apud KUNZE, 2006).

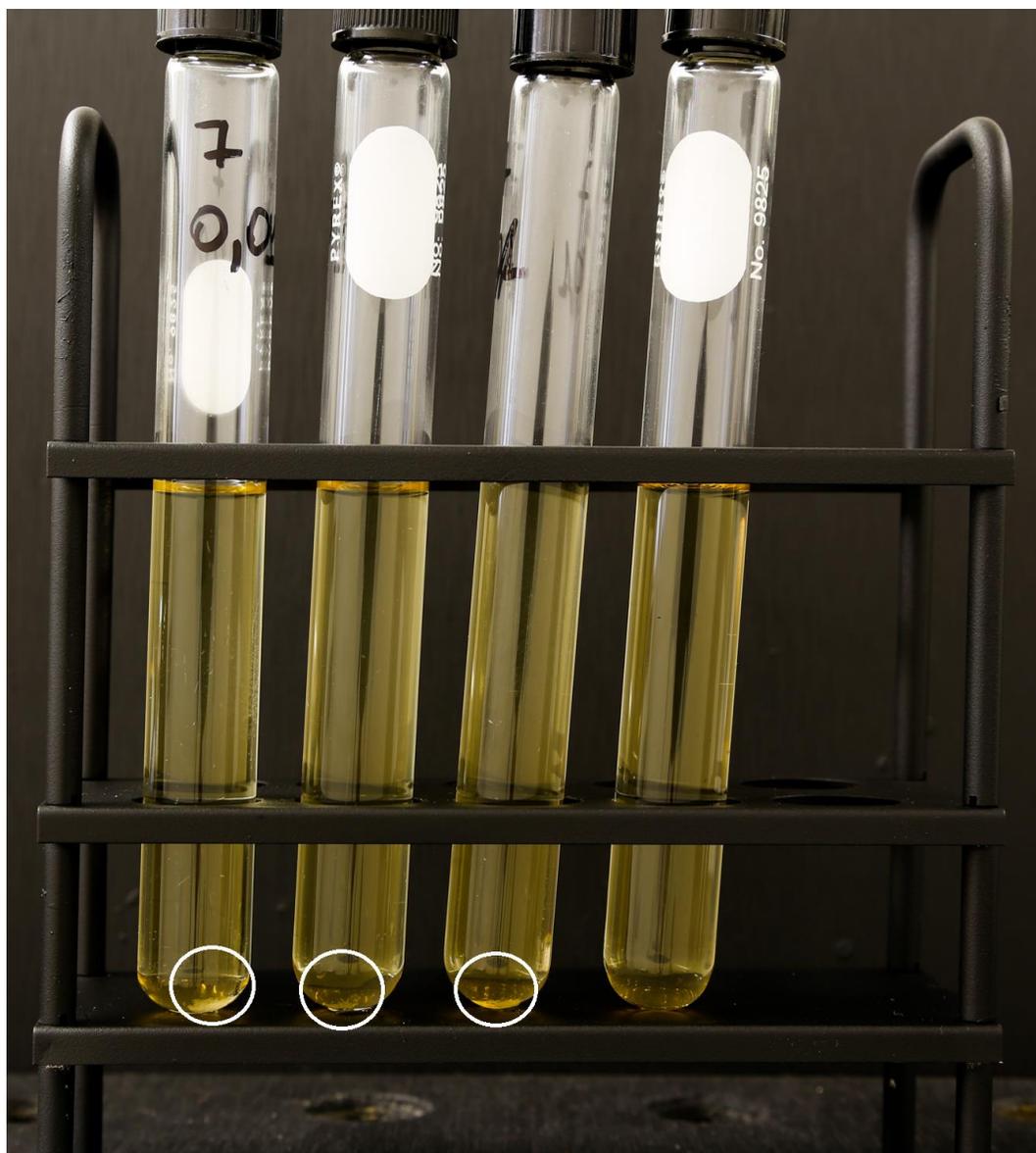


Figura 42 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide Genu® Pectin tipo 121 Slow Set e etanol. Os tubos da esquerda à direita indicam a concentração de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e o controle.

O hidrocolóide Carragena GENUVISCO® tipo CSM-2 (Figura 43), continuou turbando a cerveja e devido ao acréscimo de etanol essa turbação é mais homogênea que a do tratamento sem etanol (CP KELCO, 2001).

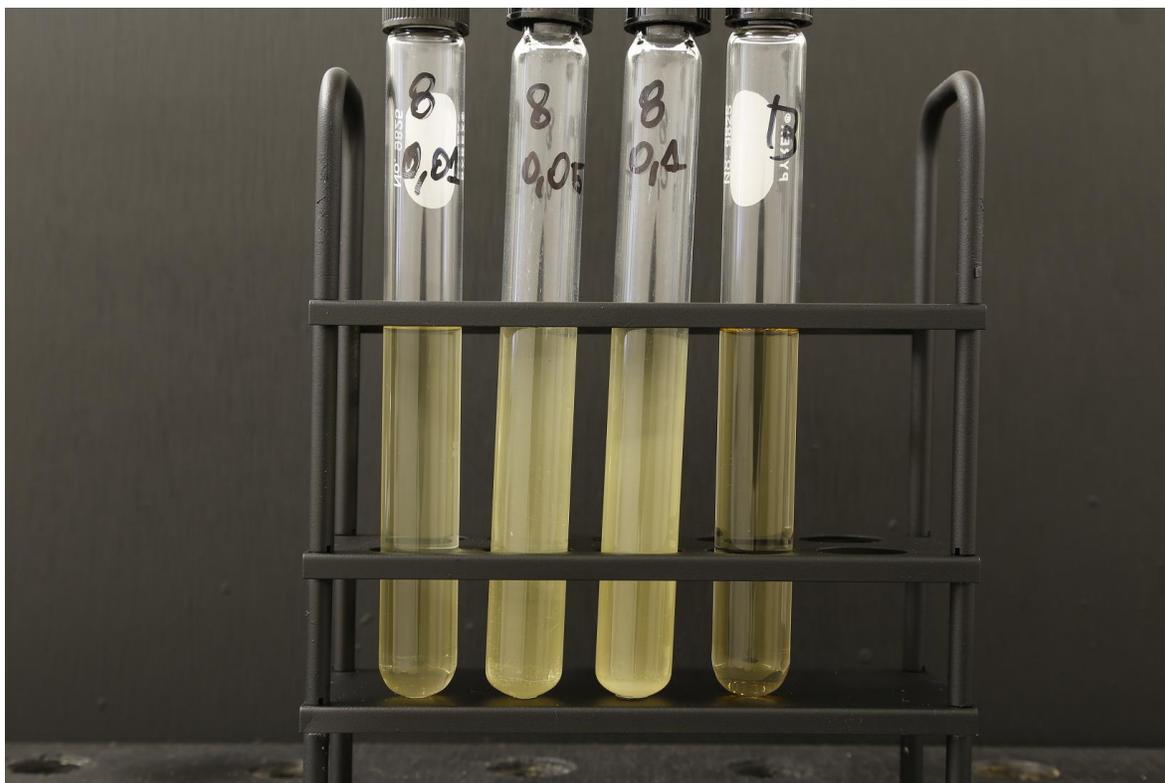


Figura 43 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide Carragena GENUVISCO® tipo CSM-2 e etanol. Os tubos da esquerda à direita indicam a concentração de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e o controle.

O hidrocolóide Carragena GENULACTA® tipo K-100 (Figura 44), formou um gel aparentemente mais firme que o tratamento sem etanol, possivelmente devido à ação solvente do etanol, que em altas concentrações diminui a atividade de água e faz precipitar o hidrocolóide como gel (CP KELCO, 2001).

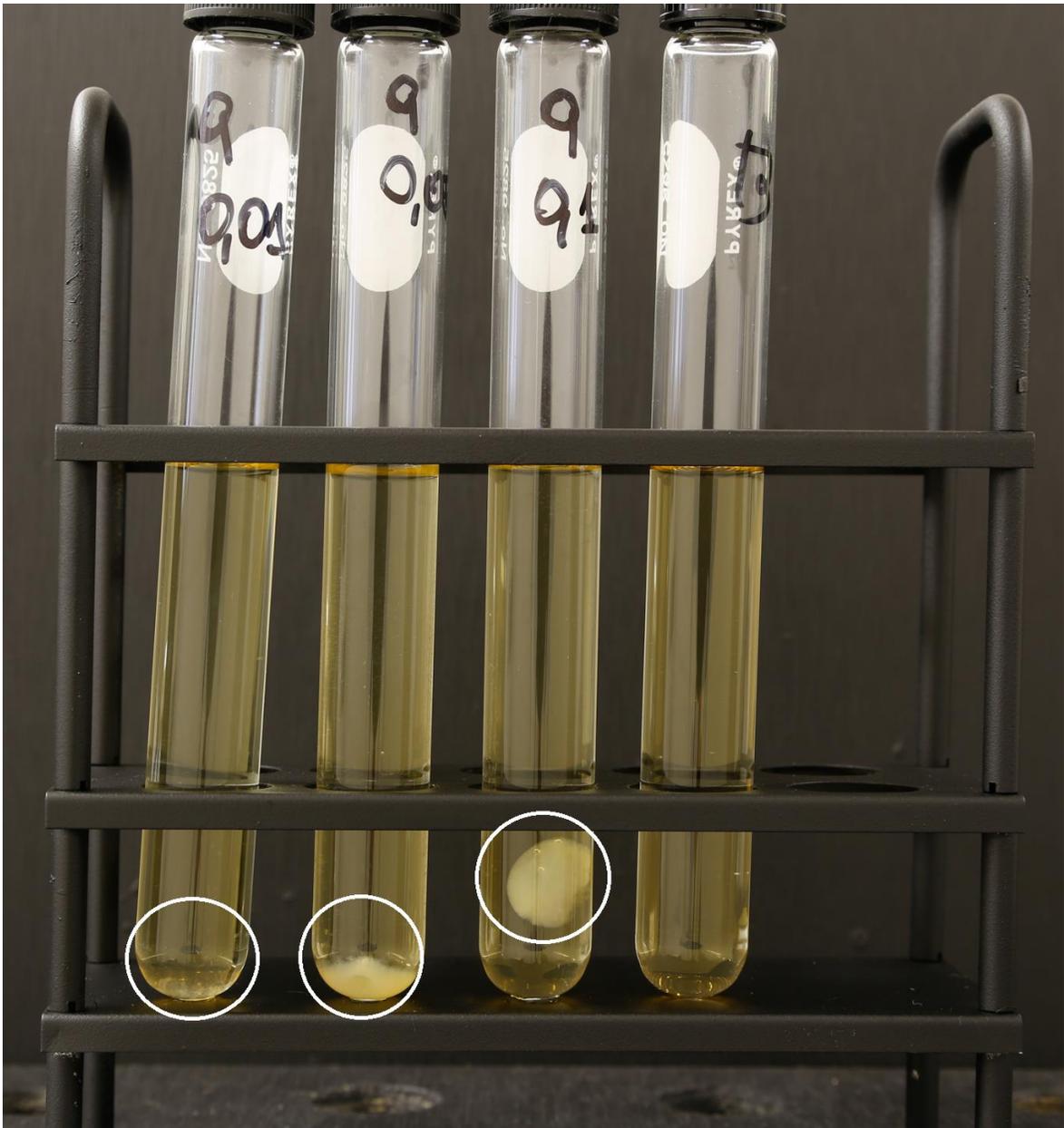


Figura 44 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide Carragena GENUFACTA® tipo K-100 e etanol. Os tubos da esquerda à direita indicam a concentração de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e o controle.

O hidrocolóide Goma Xantana tipo Keltrol® RD (Figura 45), formou um gel possivelmente devido à ação solvente do etanol, que em altas concentrações diminui a atividade de água e faz precipitar o hidrocolóide como gel (CP KELCO, 2001).

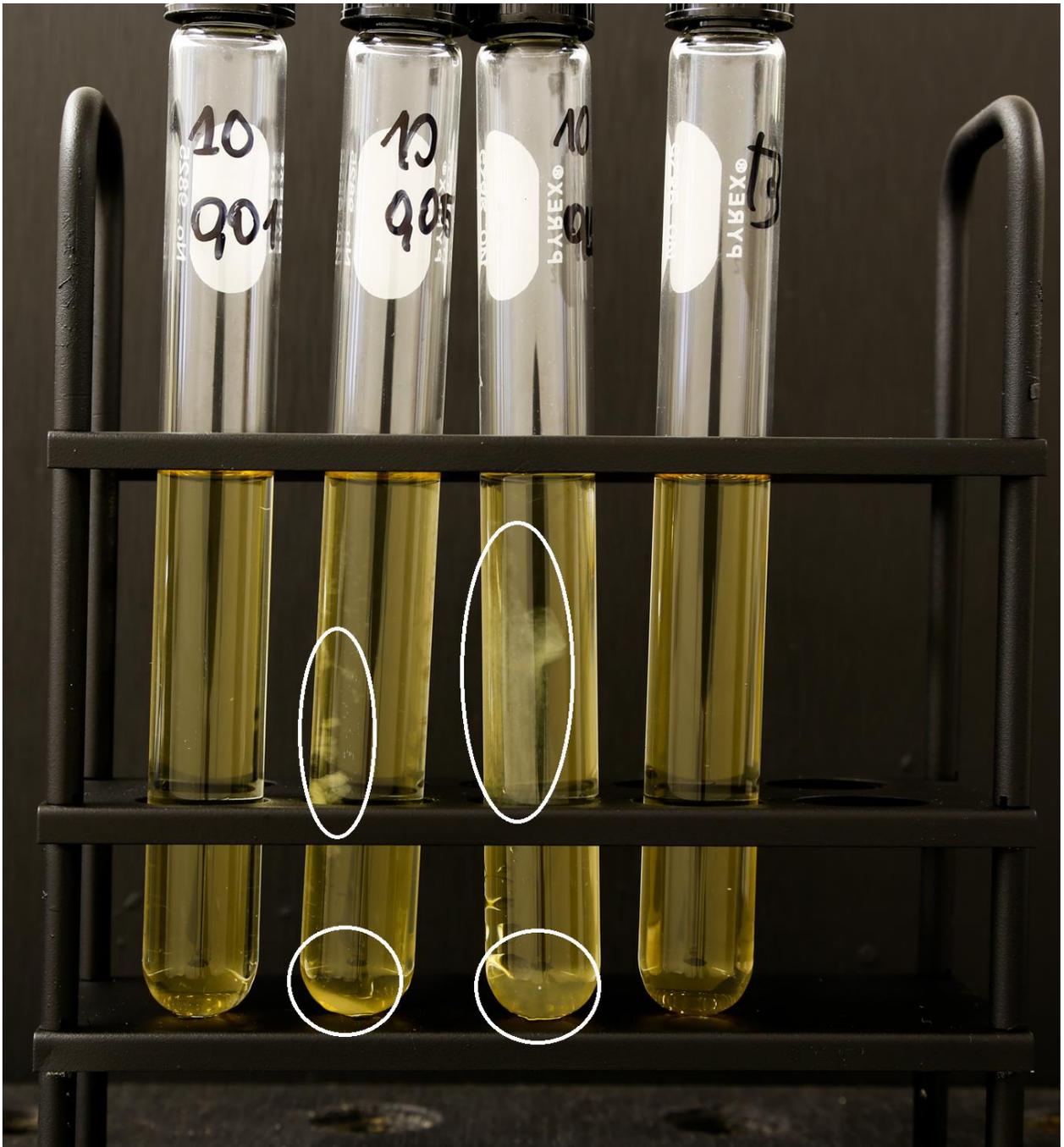


Figura 45 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide Goma Xantana tipo Keltrol® RD e etanol. Os tubos da esquerda à direita indicam a concentração de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e o controle.

O hidrocolóide goma xantana tipo Keltrol® 521 formou um gel um pouco menos denso que o hidrocolóide Goma Xantana tipo Keltrol® RD (Figura 46), o que pode-se atribuir aos diferentes tamanhos das cadeias de cada hidrocoloide.

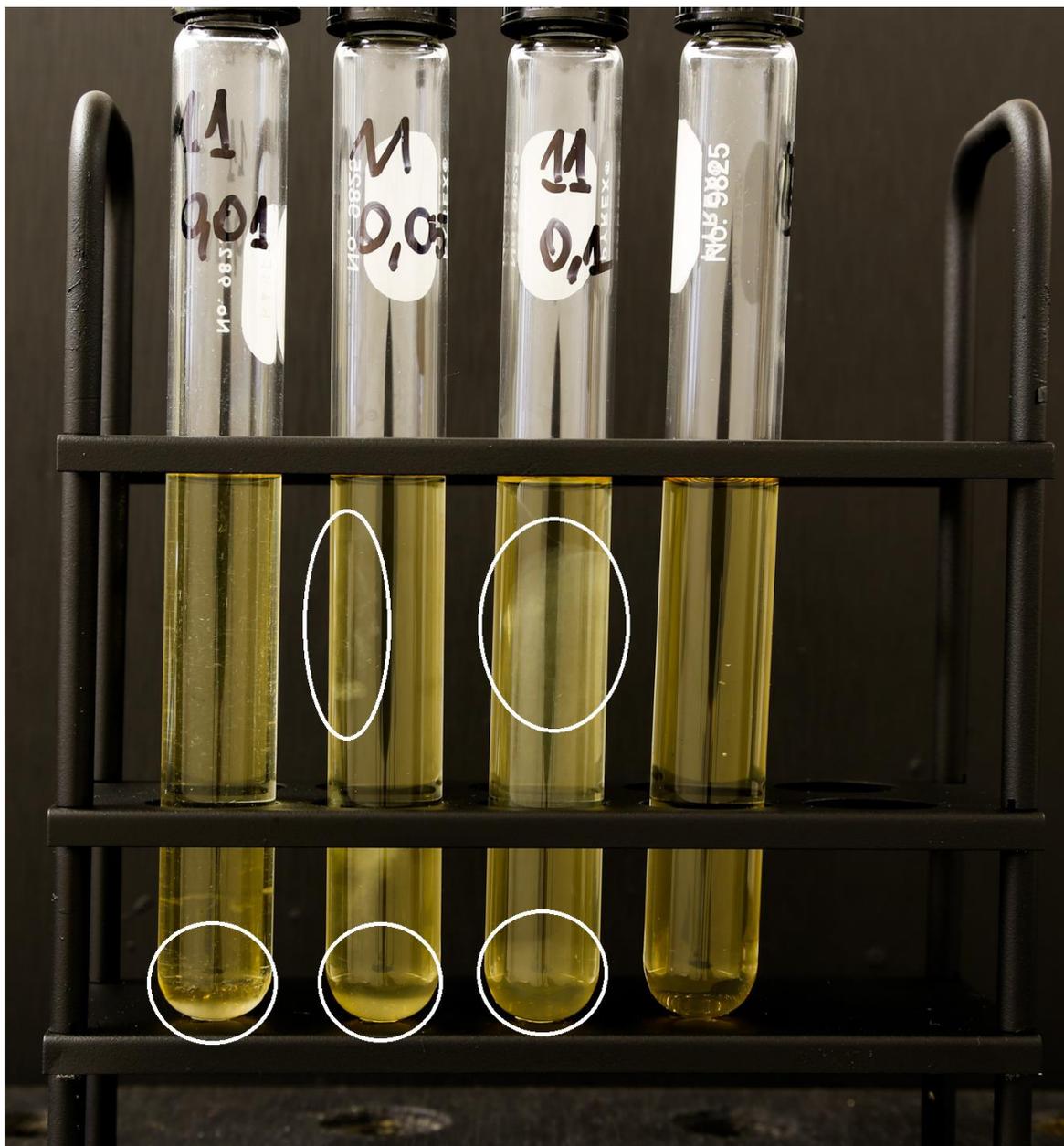


Figura 46 - Tratamento de cerveja com Goma Xantana tipo Keltrol® 521 e etanol. Os tubos da esquerda à direita indicam a concentração de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e o controle.

O hidrocolóide GENU® Pectin tipo LM 102-AS formou um gel levemente perceptível a olho nu (Figura 47), o que pode ser atribuído a íons de cálcio presentes nas cervejas que geralmente tem uma concentração de 35 a 40 mg/L (KUNZE, 2006), os que formam gel com pectinas de baixo nível de metoxilação como é caso de GENU® Pectin tipo LM 102-AS.

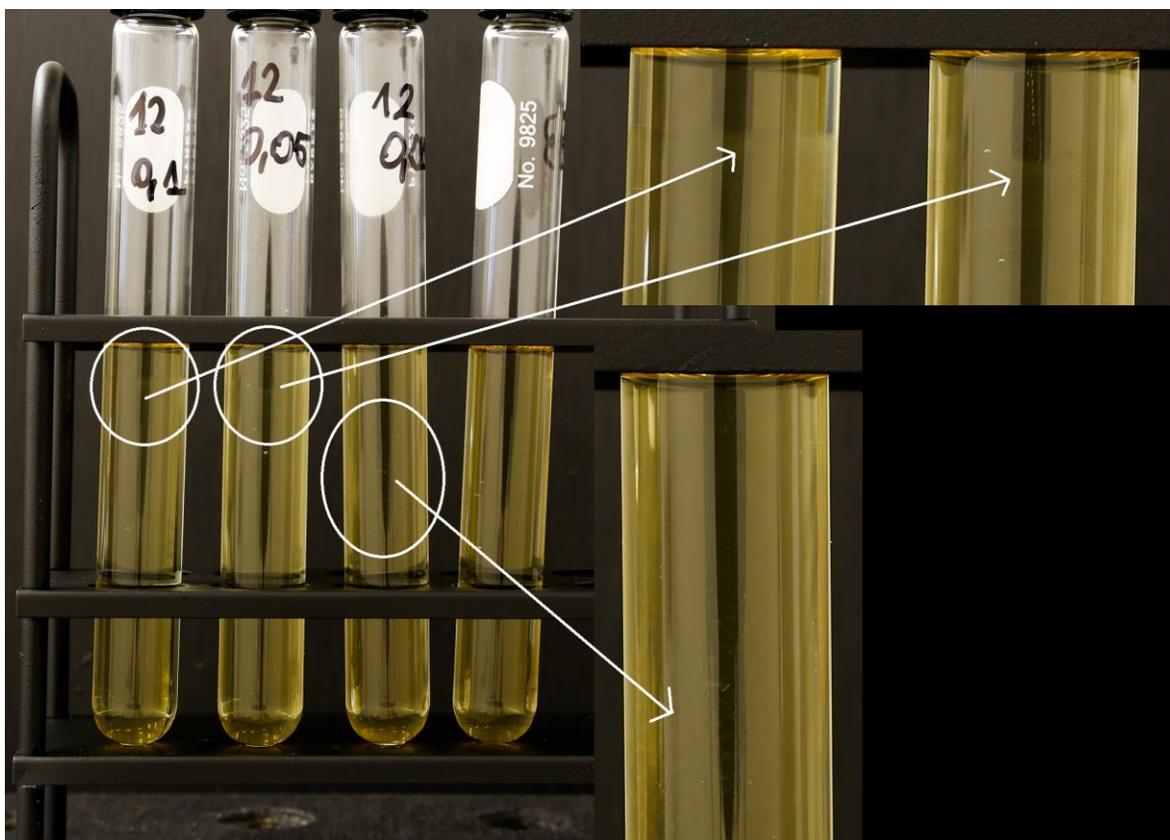


Figura 47 - Tratamento de cerveja com hidrocolóide GENU® Pectin tipo LM 102-AS e etanol. Os tubos da esquerda à direita indicam a concentração de 0,01; 0,05; 0,1 g/L e o controle.

No caso do hidrocolóide Goma Gelana tipo Kelcogel® HF-B, não foi possível testá-lo devido a sua elevada viscosidade quando adicionado em pequenas quantidades em água destilada para formar a solução mãe, o que dificultava o manuseio do hidrocolóide com a vidraria do laboratório, pela adesão do mesmo nas paredes do vidro, o qual significava elevadas perdas na hora de dissolvê-lo e incorporá-lo na cerveja.

4.2 - Viscosidade em água

Os quatro hidrocolóides selecionados tem um comportamento similar nas concentrações testadas (Tabela 6), ou seja, aumentam a viscosidade de soluções aquosas de maneira similar quando aumentada a concentração deles, também se evidencia uma diferença significativa de viscosidade quando aumentada a concentração de hidrocolóide, sendo que na maioria deles um aumento de 0,04 g/L produz um aumento significativo da viscosidade das soluções aquosas.

Por último, se observa que nenhum hidrocolóide difere do outro significativamente na sua capacidade espessante em função da concentrações em soluções aquosas nas concentrações testadas.

Tabela 6 – Viscosidade (cp) dos hidrocolóides selecionados em solução aquosa. No sub índice se observa o desvio padrão de cada tratamento e as letras indicam os grupos estatísticos baseados no teste de Tukey com 5% de nível de significância.

Conc. g/L	KIMILOID® BF (APG)		Genu® GUM tipo RL 200-Z		Genu® Pectin tipo 106-HV		Genu® Pectin tipo 121 S.S.	
	Media (cP)	Grupo Est.	Media (cP)	Grupo Est.	Media (cP)	Grupo Est.	Media (cP)	Grupo Est.
0,01	1,13 ^{±0.01}	i	1,14 ^{± 0.01}	hi	1,13 ^{± 0.01}	i	1,14 ^{± 0.01}	hi
0,03	1,15 ^{± 0.01}	ghi	1,16 ^{± 0.01}	fghi	1,16 ^{± 0.01}	fghi	1,18 ^{± 0.02}	fghi
0,05	1,20 ^{± 0.01}	defgh	1,19 ^{± 0.02}	efghi	1,20 ^{± 0.02}	defgh	1,24 ^{± 0.05}	bcde
0,07	1,22 ^{± 0.02}	bcdef	1,21 ^{± 0.05}	cdefg	1,26 ^{± 0.01}	abcd	1,25 ^{± 0.03}	abcde
0,09	1,27 ^{± 0.03}	abc	1,28 ^{± 0.03}	abc	1,29 ^{± 0.02}	abc	1,27 ^{± 0.00}	abc
0,1	1,26 ^{± 0.01}	abcd	1,28 ^{± 0.02}	ab	1,29 ^{± 0.02}	a	1,29 ^{± 0.01}	a

4.3 - pH

Os hidrocolóides testados não modificaram significativamente o pH da cerveja quando foram adicionados (Tabela 7), o que se mostra importante, já que o pH é um fator importante para o desempenho do hidrocolóide em termos de solubilidade e poder espessante (CP KELCO 2009), além o pH do produto final é importante para a estabilidade microbiologia do produto e a escolha adequada do tratamento térmico correspondente para elaborar um produto seguro para os consumidores (FELLOWS, et al 1996).

Tabela 7 - pH das soluções de hidrocolóide com cerveja. No sub índice se observa o desvio padrão de cada tratamento e as letras indicam os grupos estatísticos baseados no teste de Tukey com 5% de nível de significância.

Conc. g/L	KIMILOID® BF (APG)	Genu® GUM tipo RL 200-Z	Genu® Pectin tipo 106-HV	Genu® Pectin tipo 121 S.S.
	Media	Media	Media	Media
0,01	4,58 ^{±0,05}	4,61 ^{±0,05}	4,57 ^{±0,05}	4,61 ^{±0,06}
0,03	4,59 ^{±0,04}	4,62 ^{±0,03}	4,59 ^{±0,03}	4,61 ^{±0,07}
0,05	4,61 ^{±0,04}	4,63 ^{±0,05}	4,60 ^{±0,02}	4,61 ^{±0,07}
0,07	4,60 ^{±0,04}	4,62 ^{±0,05}	4,59 ^{±0,03}	4,61 ^{±0,07}
0,09	4,60 ^{±0,04}	4,63 ^{±0,06}	4,61 ^{±0,03}	4,62 ^{±0,1}
0,1	4,59 ^{±0,02}	4,60 ^{±0,04}	4,60 ^{±0,05}	4,61 ^{±0,08}
Controle	4,65 ^{±0,00}			

4.4 - Viscosidade em Cerveja

Como se observa na Tabela 8, não há diferenças significativas na viscosidade entre os hidrocolóides em relação ao controle salvo o hidrocolóide Genu® GUM tipo RL 200-Z que a partir da concentração 0,05 g/L apresentou diferenças significativas, além de se apresentar como o hidrocolóide com maior poder espessante na cerveja. Também é importante considerar que o hidrocolóide KIMILOID® BF (APG) na concentração permitida pela legislação de no máximo 0,07 g/L não consegue aumentar de maneira significativa a viscosidade da cerveja.

O comportamento dos hidrocolóides nas concentrações testadas em cerveja foi diferente em relação ao comportamento dos mesmos hidrocolóides nas mesmas concentrações testadas em água destilada, o que pode se atribuir ao pH diferente das soluções e a complexidade da matriz coloidal da cerveja composta por proteínas, α ácidos do lúpulo, dextrinas e β glucanos, os quais podem atuar como um estabilizador da viscosidade na cerveja, outro fator poderia se atribuir aos íons metálicos mono e bivalentes presentes na cerveja.

Tabela 8 - Viscosidade (cp) das soluções de hidrocolóide com cerveja. No sub índice se observa o desvio padrão de cada tratamento e as letras indicam os grupos estatísticos baseados no teste de Tukey com 5% de nível de significância.

Conc. g/L	KIMILOID® BF (APG)		Genu® GUM tipo RL 200-Z		Genu® Pectin tipo 106-HV		Genu® Pectin tipo 121 S.S.	
	Media (cP)	Grupo Est.	Media (cP)	Grupo Est.	Media (cP)	Grupo Est.	Media (cP)	Grupo Est.
0,01	1,64 ^{±0.01}	d	1,68 ^{±0.03}	d	1,65 ^{±0.03}	d	1,64 ^{±0.01}	d
0,03	1,66 ^{±0.02}	d	1,71 ^{±0.01}	cd	1,65 ^{±0.02}	d	1,66 ^{±0.02}	d
0,05	1,67 ^{±0.02}	d	1,75 ^{±0.01}	bc	1,68 ^{±0.03}	cd	1,66 ^{±0.02}	d
0,07	1,67 ^{±0.02}	d	1,79 ^{±0.02}	ab	1,68 ^{±0.02}	cd	1,68 ^{±0.01}	cd
0,09	1,71 ^{±0.05}	cd	1,82 ^{±0.03}	a	1,67 ^{±0.02}	d	1,69 ^{±0.01}	cd
0,1	1,68 ^{±0.03}	cd	1,83 ^{±0.02}	a	1,69 ^{±0.01}	cd	1,69 ^{±0.01}	cd
Controle	1,64 ^{±0.01}	d						

4.5 – Estabilidade de espuma

Como se observa Tabela 9 o controle não apresenta uma diferença significativa de espuma residual quando comparado aos tratamentos dos hidrocolóides em concentrações de 0,01 g/L. Já na concentração de 0,05 g/L há diferenças significativas com exceção do hidrocolóide Genu® Pectin tipo 121 Slow Set que não apresenta diferenças significativas nessa concentração.

Os melhores hidrocolóides estão dentro do “grupo estatístico a” que são todos os hidrocolóides em concentrações de 0,1 g/L. No caso da concentração de 0,05 g/L, somente estão dentro do grupo A os hidrocolóides Genu® Pectin tipo 106-HV, Genu® GUM tipo RL 200-Z e KIMILOID® BF (APG).

Finalmente, em destaque se observa que os hidrocolóides KIMILOID® BF (APG) e Genu® Pectin tipo 106-HV em concentrações de 0,01 g/L são estatisticamente iguais aos melhores hidrocolóides do “grupo estatístico a” , com isso é possível apontar que os melhores hidrocolóides são KIMILOID® BF (APG) e Genu® Pectin tipo 106-HV, os quais são estatisticamente iguais em todas as concentrações testadas e apresentam o melhor desempenho como estabilizante de espuma em cerveja.

Tabela 9 - Resultado das medidas de estabilidade de espuma em porcentagem de espuma residual. No sub índice se observa o desvio padrão de cada tratamento e as letras indicam os grupos estatísticos baseados no teste de Tukey com 5% de nível de significância.

Conc. g/L	KIMILOID® BF (APG)		Genu® GUM tipo RL 200-Z		Genu® Pectin tipo 106-HV		Genu® Pectin tipo 121 S.S.	
	Media (%)	Grupo Est.	Media (%)	Grupo Est.	Media (%)	Grupo Est.	Media (%)	Grupo Est.
0,01	63,15 ^{±4,63}	abcd	58,98 ^{±3,44}	cd	63,96 ^{±6,19}	abcd	60,52 ^{±2,97}	bcd
0,05	76,32 ^{±5,45}	a	69,00 ^{±2,38}	abc	75,65 ^{±5,35}	a	61,09 ^{±8,05}	bcd
0,1	76,27 ^{±0,24}	a	72,36 ^{±3,87}	ab	72,17 ^{±3,10}	abc	67,09 ^{±0,82}	abc
Controle	52,92 ^{±5,38}	d						

A estabilidade da espuma aumenta de acordo com o aumento da concentração dos hidrocolóides, no entanto, esse aumento é significativo da concentração 0 (controle) para a 0,05 g/L, com o qual aumentar a dosagem de hidrocolóide além de 0,05 g/L não teria um benefício adicional em termos de estabilidade de espuma em cerveja e sim poderia trazer alguns prejuízos, tais como aumento da turbidez (LEIPER; MIEDL, 2004).

Relacionando os resultados das Tabelas 4 e 5, observa-se que pese a não produzir-se um aumento significativo na viscosidade da cerveja ao aumentar a concentração dos hidrocolóides, sim houve um aumento significativo na estabilidade da espuma ao aumentar a concentração dos hidrocolóides, isso é uma evidência de que a viscosidade não é o atributo que determina a capacidade estabilizadora da espuma, senão sua natureza química do hidrocolóide a qual interage com os diferentes compostos químicos formadores da espuma para mantene-la estável ao longo do tempo (BAXTER; HUGHES, 2001).

Sendo assim, a natureza química é fator fundamental para os hidrocolóides serem utilizados em cerveja como estabilizantes de espuma. De acordo com tal apontamento, o hidrocolóide Genu® Pectin tipo 106-HV tem um melhor desempenho como estabilizante de espuma que Genu® Pectin tipo 121 Slow Set, que é parte da mesma família de hidrocolóides, mas com diferente grau de esterificação, 69.2% e 59.4% respectivamente (CP KELCO, 2009), com o qual se confirma que quanto mais alto o grau de esterificação maior será a capacidade estabilizante de espuma, o que ocorre da mesma maneira nos alginatos (HUGHES; BAXTER, 2001).

Os hidrocolóides KIMILOID® BF (APG) e Genu® Pectin tipo 106-HV mostram o mesmo comportamento em quanto ao aumento da viscosidade e sua capacidade como estabilizante de espuma, só diferem na forma em que são dissolvidos na cerveja, sendo que o hidrocolóide Genu® Pectin tipo 106-HV precisa ser homogeneizado com um

equipamento de mistura para conseguir dissolvê-lo além de temperatura para formar uma solução homogênea.

A altura da espuma não é o único parâmetro importante, também tem a cremosidade da espuma, que é dada principalmente pelo tamanho das bolhas (EVANS e BAMFORTH 2004), como se observa na Tabela 5, representada pela porcentagem de espuma residual em relação à espuma inicial quando adicionado 0,05 g/L de KIMILOID® BF (APG), Genu® GUM tipo RL 200-Z (LBG) a Genu® Pectin tipo 106-HV. Estatisticamente são iguais quando submetidas ao teste de comparação de variâncias Tukey com 0,05 de grau de significância, mas quando analisadas as fotografias se observa uma diferença do tamanho das bolhas desses três hidrocolóides (Figura 52), no tempo 30 minutos, sendo que KIMILOID® BF (APG) e Genu® GUM tipo RL 200-Z (LBG) geram uma espuma mais cremosa, ou seja, de bolhas menores que Genu® Pectin tipo 106-HV, por isso não está totalmente claro qual hidrocolóide é melhor que outro.

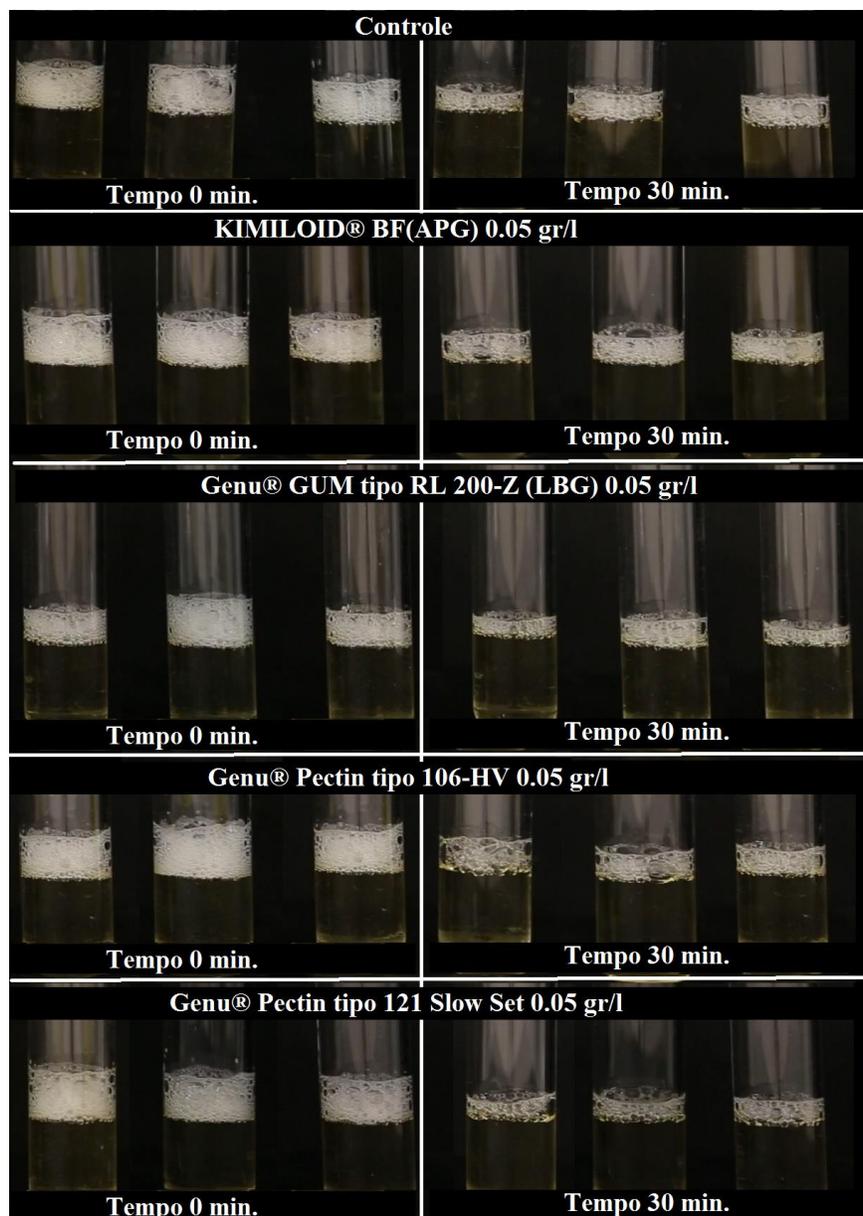


Figura 48 - Tubos com cerveja e cerveja com os hidrocolóides selecionados para a análise de estabilidade de espuma aos 0 minutos post agitação e aos 30 minutos post agitação, em triplicata.

4.6 - Resultados das análises de estabilidade de espuma com ácidos graxos

A partir dos vídeos feitos das análises de agitação, baseadas nos trabalhos de Knapp e Bamforth (2002), se registraram 1160 alturas de espuma (cm) em tempos diferentes (seg.) dos diferentes hidrocolóides em concentração de 0,05 g/L em mistura com os ácidos

palmítico, oleico e linoleico de forma separada em concentrações de 1 mg/L, em triplicata com seus respectivos brancos.

Os resultados desses registros de altura de espuma nos tubos de ensaio mostraram que a espuma cai lgoritmicamente em relação ao tempo e que, conseqüentemente, essa função matemática inversa pode ser expressa linearmente quando se aplica logaritmo na equação. Considerando o anteriormente mencionado, se analisaram os dados usando um modelo de regressão linear tipo gama e cada variável foi analisada como uma variável Deming (0 ou 1), ou seja, ela pode estar presente ou não no modelo de regressão linear dependendo do objetivo da predição. Para a análise dos dados foi utilizado o programa computacional R v3.0.1. Os valores de cada fator são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Parâmetros analisados para realizar o modelo de regressão, com sua estimativa (fator inserido na equação), erro padrão e valor P o qual não deve ser maior que 0,05, para aceitar a estimativa como significante.

Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	P valor
Intercepto	-0,0338	0,0474	0,4763
Hidrocoloide = 1	0,0719	0,0618	0,2446
Hidrocoloide = 5	-0,1896	0,1288	0,141
Hidrocoloide = 6	0,0484	0,0543	0,3725
Hidrocoloide = 7	-0,0269	0,0612	0,6602
Ácido Palmítico	-0,4997	0,15	0,0009
Ácido Oleico	-0,4617	0,1323	0,0005
Linoleico	-0,8429	0,1214	<0,0001
Tempo	-0,0003	0,00002	<0,0001
Hidroclóide 1 X Ácido Palmítico	0,1542	0,2082	0,4589
Hidroclóide 5 X Ácido Palmítico	-0,3034	0,2084	0,1455
Hidroclóide 6 X Ácido Palmítico	-0,1421	0,1472	0,3345
Hidroclóide 7 X Ácido Palmítico	-0,0692	0,1724	0,6881
Hidroclóide 1 X Ácido Oleico	0,3885	0,1409	0,0058
Hidroclóide 5 X Ácido Oleico	0,1664	0,1967	0,3978
Hidroclóide 6 X Ácido Oleico	0,0694	0,1391	0,6177
Hidroclóide 7 X Ácido Oleico	0,5262	0,1603	0,001
Hidroclóide 1 X Ácido Linoleico	0,6198	0,1475	<0,0001
Hidroclóide 5 X Ácido Linoleico	0,7414	0,1834	0,0001
Hidroclóide 6 X Ácido Linoleico	0,4046	0,1729	0,0193
Hidroclóide 7 X Ácido Linoleico	0,737	0,2256	0,0011
Ácido Palmítico x Tempo	-0,001	0,0002	<0,0001
Ácido Oleico x Tempo	-0,0002	0,0001	0,0034
Ácido Linoleico x Tempo	-0,0003	0,0001	0,0004

Segundo a tabela 10, a equação de regressão linear tipo gama, em que o tempo é positivo e as variáveis restantes são 0 ou 1, é dada por

(4)

$$\ln E = -0.0338 + 0.0719 * APG - 1.896 * LBG - 0.0484 * PHV - 0.0269 * PSS - 0.4997 * P - 0.4617 * O - 0.8429 * L - 0.0003 * t + 0.1542APG * P - 0.3034 * LBG * P - 0.1421 * PHV * P - 0.0692 * PSS * P + 0.3885 * APG * O + 0.1664 * LBG * O + 0.0694 * PHV * O + 0.5262 * PSS * O + 0.6198 * APG * L + 0.7414 * LBG * L + 0.4046 * PHV * L + 0.7370 * PSS * L - 0.0010 * P * t - 0.0002 * O * t - 0.0003 * L * t$$

Em que:

E: altura da espuma (cm)

APG: KIMILOID® BF (0 ou 1)

LBG: Genu® GUM tipo RL 200-Z (0 ou 1)

PHV: Genu® Pectin tipo 106-HV (0 ou 1)

PSS: Genu® Pectin tipo 121 Slow Set (0 ou 1)

t: tempo (s.)

P: ácido palmítico (0 ou 1)

O: ácido oleico (0 ou 1)

L: ácido linoleico (0 ou 1)

Deve-se considerar que quando é utilizado um tipo de hidrocolóide não será utilizado outro e se há um tipo de ácido graxo não haverá outro. Adicionalmente se estabelecerá o controle como referência, ou seja, todos os valores serão embasados pelo controle.

Na equação 4, o modelo é uma interação de primeira ordem e este tipo de interação pode ser interpretado como um efeito sinérgico, ou melhor dizendo, o acréscimo (ou decréscimo) no logaritmo da espuma quando mudamos os dois tratamentos de uma vez, hidrocolóide e ácido graxo.

Primeiramente foram feitas inferências dos hidrocolóides em relação ao controle deixando como 0 a variável Deming dos efeitos dos ácidos graxos e os ácidos graxos em função do tempo. Para explicar os efeitos dos hidrocolóides na concentração 0,05 g/L foi

preciso estabelecer as funções matemáticas feitas a partir da equação 4 para estimar a altura da espuma do controle no tempo 0 o controle no tempo 30 minutos e cada hidrocolóide no tempo 0 minutos e no tempo 30 minutos (Figura 49).

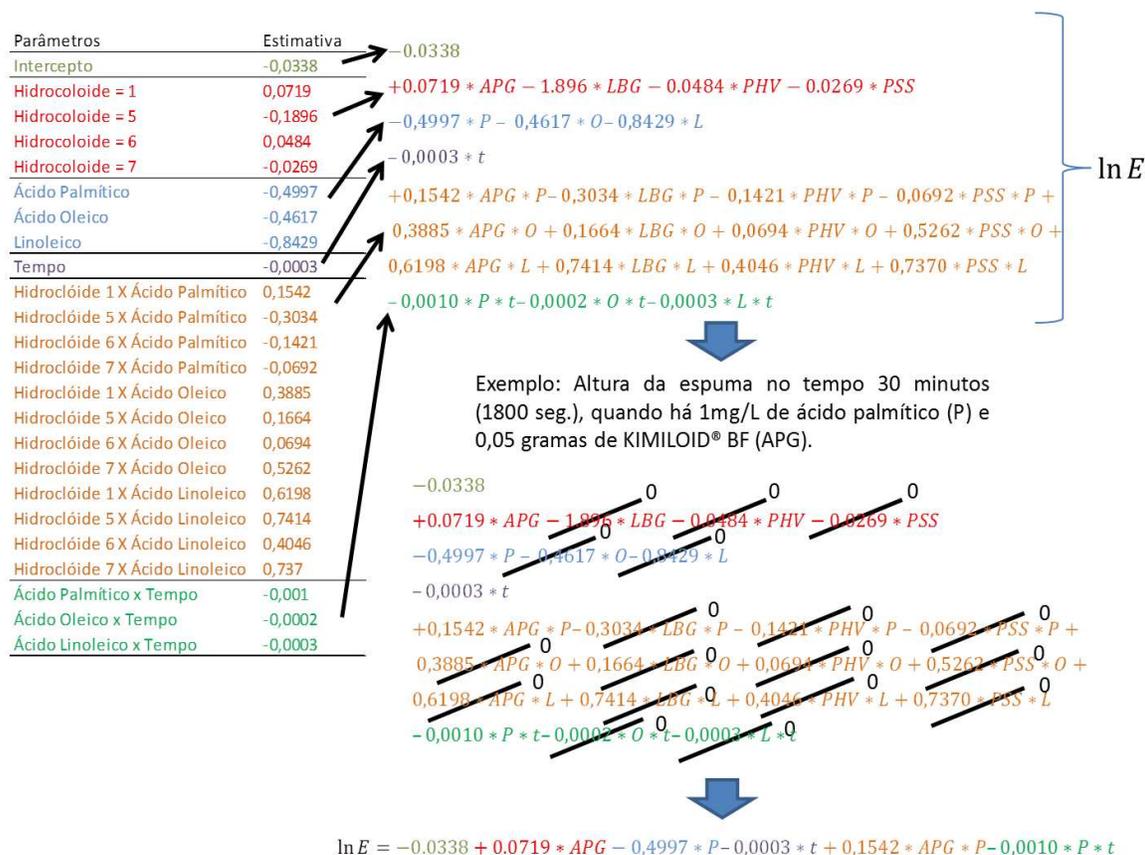


Figura 49 - Exemplo de como o modelo matemático de regressão linear tipo gama vai ser utilizado.

4.6.1 - Efeito dos hidrocolóides na altura da espuma

A representação da altura da espuma da cerveja controle no tempo 0 minutos, ou seja, não é nada mais que o intercepto, pois todas as variáveis são 0 e o tempo 0, é dada por

(5)

$$\ln E = -0.0338$$

$$E = 0.966 \text{ cm}$$

A representação da altura da espuma do controle no tempo 30 minutos (1800 segundos), é dada por

(6)

$$\begin{aligned} \ln E &= -0.0338 - 0.0003 * t \\ \ln E &= -0.0338 - 0.0003 * 1800 \\ E &= 0.563 \text{ cm} \end{aligned}$$

A representação da altura da espuma em cm, no tempo 0 minutos, quando usado 0,05 g/L de KIMILOID® BF (APG), é dada por

(7)

$$\begin{aligned} \ln E &= -0.0338 + 0.0719 * 0.0719 * APG \\ E &= 1.038 \text{ cm} \end{aligned}$$

Segundo a equação 5 e a equação 7, o hidrocolóide KIMILOID® BF (APG) na concentração 0,05 no tempo 0 minutos, aumenta a altura da espuma em 7,4%, em relação ao padrão no mesmo tempo, o que representa um aumento significativo, o qual não é muito diferente ao que a literatura diz (0-10%) (EVANS; BAMFORTH, 2004).

A representação da altura da espuma em cm, no tempo 30 minutos, quando usado 0,05 g/L de KIMILOID® BF (APG), é dada por

(8)

$$\begin{aligned} \ln E &= -0.0338 + 0.0719 * APG - 0.0003 * t \\ E &= 0,605 \text{ cm} \end{aligned}$$

Segundo a equação 6 e a equação 8, o hidrocolóide KIMILOID® BF (APG) na concentração 0,05 no tempo 30 minutos, aumenta a altura da espuma em 7,5%, em relação

ao padrão, o que era de se esperar de acordo com a literatura e o aumento da altura da espuma no tempo 0.

A representação da altura da espuma em cm, no tempo 0 minutos, quando usado 0,05 g/L de Genu® GUM tipo RL 200-Z (LBG), é dada por

(9)

$$\ln E = -0.0338 - 0.1896 * LBG$$

$$E = 0,799 \text{ cm}$$

Segundo a equação 5 e a equação 9, o hidrocolóide Genu® GUM tipo RL 200-Z (LBG) na concentração 0,05 g/L, no tempo 0 minutos, diminuiria a altura da espuma em 17,2%, em relação ao padrão, o que não era de se esperar depois da análise de estabilidade de espuma feita anteriormente. Esses resultados podem ser em função do erro acumulativo das variáveis estimadas pelo modelo linear tipo gama, ou devido ao alto desvio padrão do experimento de estabilidade de espuma feito anteriormente.

A representação da altura da espuma em cm, no tempo 30 minutos, quando usado 0,05 g/L de Genu® GUM tipo RL 200-Z (LBG), é dada por

(10)

$$\ln E = -0.0338 - 0.1896 * LBG - 0.0003 * t$$

$$E = 0.466 \text{ cm}$$

Segundo a equação 6 e a equação 10, o hidrocolóide Genu® GUM tipo RL 200-Z (LBG) na concentração 0,05 no tempo 30 diminuiria a altura da espuma em 17,21%, em relação ao padrão. A diminuição, como dito anteriormente, pode ser que se deva aos problemas de ajuste do modelo linear gamma ou problemas devidos ao experimento anterior de estabilidade de espuma.

A representação da altura da espuma em cm, no tempo 0 minutos, quando usado 0,05 g/L de Genu® Pectin tipo 106-HV.

(11)

$$\ln E = -0.0338 + 0.0484 * PHV$$

$$E = 1.014 \text{ cm}$$

Segundo a equação 5 e a equação 11, o hidrocolóide Genu® Pectin tipo 106-HV (LBG) na concentração 0,05 g/L no tempo 0 minutos, aumentaria a altura da espuma em 5 %, em relação ao padrão, esse resultado era de se esperar tomando em conta o experimento anterior de estabilidade de espuma residual, que demonstrou que há diferença significativa quando analisada a espuma residual aos 30 minutos em relação aos 0 minutos, na concentração de 0,05 g/L respeito ao branco, o que leva a pensar que Genu® Pectin tipo 106-HV poderia ser utilizada comercialmente como aditivo espumante em cerveja tipo Pilsen.

A representação da altura da espuma em cm no tempo 30 minutos, quando usado 0,05 g/L de Genu® Pectin tipo 106-HV, é dada por

(12)

$$\ln E = -0.0338 - 0.0269 * -0.0484 * PHV - 0.0003 * t$$

$$E = 0.591 \text{ cm}$$

Segundo a equação 6 e a equação 12, o hidrocolóide Genu® Pectin tipo 106-HV (LBG) na concentração 0,05 g/L no tempo 30 minutos, aumentaria a altura da espuma em 4,97%, em relação ao padrão, resultado esperado segundo os resultados no tempo 0 minutos.

A representação da altura da espuma em cm no tempo 0 minutos, quando usado 0,05 g/L de Genu® Pectin tipo 121 Slow Set, é dada por

(13)

$$\ln E = -0.0338 - 0.0269 * PSS$$

$$E = 0.9411 \text{ cm}$$

Segundo a equação 5 e a equação 13, o hidrocolóide Genu® Pectin tipo 121 Slow Set na concentração 0,05 no tempo 0 minutos, diminuiria a altura da espuma em 2,57%, em relação ao padrão. Tal resultado concorda com o experimento anterior de estabilidade de espuma, que demonstrou que não há diferença significativa em relação ao controle quando analisada a espuma residual em 30 minutos em relação a 0 minutos, na concentração de 0,05 g/L.

A representação da altura da espuma em cm no tempo 30 minutos, quando usado 0,05 g/L de Genu® Pectin tipo 121 Slow Set, é dada por

(14)

$$\ln E = -0.0338 - 0.0269 * PSS - 0.0003 * t$$

$$E = 0.548 \text{ cm}$$

Segundo a equação 6 e a equação 14, o hidrocolóide Genu® Pectin tipo 121 Slow Set na concentração 0,05 no tempo 30 diminuiria a altura da espuma em 2,66%, em relação ao padrão, o qual está relacionado com o resultado no tempo 0.

4.6.2 - Efeito dos ácidos graxos, e os efeitos dos ácidos graxos com os hidrocolóides

Para estimar o efeito destrutivo da espuma quando adicionado os ácidos graxos e os possíveis efeitos atenuadores desses efeitos negativos que poderiam ter os hidrocolóides testados, foi utilizada a equação 4, a qual estima os efeitos combinados dos hidrocolóides e dos ácidos graxos em função do tempo.

A análise gerou um total de 36 combinações possíveis de tempos, hidrocolóides e ácidos graxos, por isso é difícil observar os efeitos somente visualizando as equações, pois são muitas.

Para facilitar a análise dos resultados, primeiramente se vão dar as equações e uma breve descrição do que elas significam para depois inserir todos os dados numa tabela, possibilitando uma visão global dos dados e poder discutir facilmente eles.

4.6.2.1 – Efeito dos ácidos graxos sob o controle

A representação da altura da espuma da cerveja controle no tempo 0 minutos, quando adicionado 1mg/L de ácido palmítico, é dada por

$$\ln E = -0,0338 - 0,4997 * P$$
$$E = 0,586 \text{ cm}$$
(15)

Quando comparados os resultados da equação 5 e da equação 15, 1 mg/L de ácido palmítico reduz a altura da espuma inicial em 39,33%, em relação ao padrão no mesmo tempo.

A representação da altura da espuma do controle no tempo 30 minutos, quando adicionado 1mg/L de ácido palmítico, é dada por

$$\ln E = -0,0338 - 0,4997 * P - 0,001 * t * P - 0,001 * t$$
$$E = 0,056 \text{ cm}$$
(16)

Quando comparados os resultados da equação 6 e a equação 16, 1 mg/L de ácido palmítico reduz a espuma no tempo 30 minutos, em 90,05%, em relação ao padrão no mesmo tempo.

A Representação da altura da espuma da cerveja controle no tempo 0 minutos, quando adicionado 1mg/L de ácido oleico, é dada por

(17)

$$\ln E = -0,0338 - 0,4617 * O$$

$$E = 0,609 \text{ cm}$$

Quando comparados os resultados da equação 5 e a equação 17, 1 mg/L de ácido oleico reduz a espuma inicial em 36,95%, em relação ao padrão no mesmo tempo.

A representação da altura da espuma do controle no tempo 30 minutos, quando adicionado 1mg/L de ácido oleico, é dada por

(18)

$$\ln E = -0,0338 - 0,4617 * O - 0,0002 * t * O - 0,0003 * t$$

$$E = 0,247 \text{ cm}$$

Quando comparados os resultados da equação 6 e a equação 18, um mg/L de ácido oleico reduz a altura da espuma no tempo 30 minutos, em 56.12%, em relação ao padrão no tempo 30 minutos.

A representação da altura da espuma da cerveja controle no tempo 0 minutos, quando adicionado 1mg/L de ácido linoleico, é dada por

(19)

$$\ln E = -0,0338 - 0,8429 * L$$

$$E = 0,416 \text{ cm}$$

Quando comparados os resultados da equação 5 e a equação 19, 1 mg/L de ácido linoleico reduz a altura da espuma inicial em 56,93%, em relação ao padrão no mesmo tempo.

Representação da altura da espuma do controle no tempo 30 minutos (1800 segundos) quando adicionado 1mg/L de ácido linoleico, é dada por

(20)

$$\ln E = -0,0338 - 0,8429 * L - 0,0003 * t * L - 0,0003 t$$

$$E = 0,141cm$$

Quando comparados os resultados da equação 6 e a equação 20, 1 mg/L de ácido linoleico reduz a espuma no tempo 30 minutos, em 74,95%, em relação ao padrão no mesmo tempo.

4.6.2.2 - Efeito dos ácidos graxos sob o hidrocolóide KIMILOID® BF (APG)

A representação da altura da espuma em cm, no tempo 0 minutos, quando usado 0,05 g/L de KIMILOID® BF (APG) e aplicado 1mg/L de ácido palmítico, é dada por

(21)

$$\ln E = -0,0338 + 0,0719 * APG - 0,4997 * P + 0,1542 * APG * P$$

$$E = 0,735 cm$$

Segundo a equação 15 e a equação 21, o hidrocolóide KIMILOID® BF (APG) na concentração 0,05 g/L com a adição de 1mg de ácido palmítico por litro no tempo 0 minutos, aumenta a altura da espuma em 25,42%, em relação ao padrão no mesmo tempo e com a mesma concentração de ácido palmítico.

A representação da altura da espuma em cm, no tempo 30 minutos, quando usado 0,05 g/L de KIMILOID® BF (APG) e aplicado 1mg/L de ácido palmítico, é dada por

(22)

$$\ln E = -0,0338 + 0,0719 * APG - 0,4997 * P + 0,1542 * APG * P - 0,001 * t * P$$

$$- 0,0003 * t$$

$$E = 0,070 cm$$

Segundo a equação 16 e a equação 22, o hidrocolóide KIMILOID® BF (APG) na concentração 0,05 g/L com a adição de 1mg de ácido palmítico por litro no tempo 30 minutos, aumenta a altura da espuma em 25%, em relação ao padrão no mesmo tempo e com a mesma concentração de ácido palmítico.

A representação da altura da espuma em cm, no tempo 0 minutos, quando usado 0,05 g/L de KIMILOID® BF (APG) e aplicado 1mg/L de ácido oleico, é dada por

(23)

$$\ln E = -0,0338 + 0,0719 * APG - 0,4617 * O + 0,3885 * APG * P$$

$$E = 0,965 \text{ cm}$$

Segundo a equação 17 e a equação 23, o hidrocolóide KIMILOID® BF (APG) na concentração 0,05 g/L no tempo 0 minutos, aumenta a altura da espuma em 58,45%, em relação ao padrão no mesmo tempo e com a mesma concentração de ácido oleico.

A representação da altura da espuma em cm, no tempo 30 minutos, quando usado 0,05 g/L de KIMILOID® BF (APG) e aplicado 1mg/L de ácido oleico, é dada por

(24)

$$\ln E = -0,0338 + 0,0719 - 0,4617 * O + 0,3885 * APG * O - 0,0002 * t * O - 0,0003 * t$$

$$E = 0,39 \text{ cm}$$

Segundo a equação 18 e a equação 24, o hidrocolóide KIMILOID® BF (APG) na concentração 0,05 g/L no tempo 30 minutos, aumenta a altura da espuma em 57,89%, em relação ao padrão no mesmo tempo e com a mesma concentração de ácido oleico.

A representação da altura da espuma em cm, no tempo 0 minutos, quando usado 0,05 g/L de KIMILOID® BF (APG) e aplicado 1mg/L de ácido linoleico, é dada por

(25)

$$\ln E = -0,0338 + 0,6198 * APG * L + 0,0719 * APG - 0,8429 * L$$

$$E = 0,831 \text{ cm}$$

Segundo a equação 19 e a equação 25, o hidrocolóide KIMILOID® BF (APG) na concentração 0,05 g/L no tempo 0 minutos, aumenta a altura da espuma em 99,75% em relação ao padrão no mesmo tempo e com a mesma concentração de ácido linoleico.

A representação da altura da espuma em cm, no tempo 30 minutos, quando usado 0,05 g/L de KIMILOID® BF (APG) e aplicado 1mg/L de ácido linoleico, é dada por

$$\ln E = -0.0338 + 0,6198 * APG * L + 0.0719 * APG - 0.8429 * L - 0.0003 * t * L - 0.0003 * t$$

$$E = 0.282 \text{ cm}$$

Segundo a equação 20 e a equação 26, o hidrocolóide KIMILOID® BF (APG) na concentração 0,05 g/L no tempo 30 minutos, aumenta a altura da espuma em 100%, em relação ao padrão no mesmo tempo e com a mesma concentração de ácido linoleico.

4.6.2.3 – Efeito dos ácidos graxos sob o Genu® GUM tipo RL 200-Z (LBG)

A representação da altura da espuma em cm, no tempo 0, quando usado 0,05 g/L de Genu® GUM tipo RL 200-Z (LBG) e aplicado 1mg/L de ácido palmítico, é dada por

$$\ln E = -0,0338 - 0,1896 * LBG - 0,4997 * P - 0,3034 * LBG * P$$

$$E = 0,358 \text{ cm}$$

Segundo a equação 15 e a equação 27, o hidrocolóide Genu® GUM tipo RL 200-Z (LBG) na concentração 0,05 g/L no tempo 30 minutos, diminuiria a altura da espuma em 38,90%, em relação ao padrão no mesmo tempo e com a mesma concentração de ácido palmítico.

A representação da altura da espuma em cm, no tempo 30 minutos, quando usado 0,05 g/L de Genu® GUM tipo RL 200-Z (LBG) e aplicado 1mg/L de ácido palmítico, é dada por

(28)

$$\ln E = -0,0338 - 0,1896 * LBG - 0,4997 * P - 0,3034 * LBG * P - 0,001 * t * P - 0,0003 * t$$

$$E = 0,034 \text{ cm}$$

Segundo a equação 16 e a equação 28, o hidrocolóide Genu® GUM tipo RL 200-Z (LBG) na concentração 0,05 g/L no tempo 30 minutos, diminuiria a altura da espuma em 39,28 %, em relação ao padrão no mesmo tempo e com a mesma concentração de ácido palmítico.

A representação da altura da espuma em cm, no tempo 0 minutos, quando usado 0,05 g/L de Genu® GUM tipo RL 200-Z (LBG) e aplicado 1mg/L de ácido oleico, é dada por

(29)

$$\ln E = -0,0338 - 0,1896 * LBG - 0,4617 * O + 0,1664 * LBG * O$$

$$E = 0,595 \text{ cm}$$

Segundo a equação 17 e a equação 29, o hidrocolóide Genu® GUM tipo RL 200-Z (LBG) na concentração 0,05 no tempo 0 minutos, diminuiria a altura da espuma em 2,29%, em relação ao padrão no mesmo tempo e com a mesma concentração de ácido oleico.

A representação da altura da espuma em cm, no tempo 30 minutos, quando usado 0,05 g/L de Genu® GUM tipo RL 200-Z (LBG) e aplicado 1mg/L de ácido oleico, é dada por

(30)

$$\ln E = -0,0338 - 0,1896 * LBG - 0,4617 * O + 0,1664 * LBG * O - 0,0002 * t * O - 0,0003 * t$$

$$E = 0.242 \text{ cm}$$

Segundo a equação 18 e a equação 30, o hidrocolóide Genu® GUM tipo RL 200-Z (LBG) na concentração 0,05 g/L no tempo 30 minutos, diminuiria a altura da espuma em 2,02%, em relação ao padrão, no mesmo tempo e com a mesma concentração de ácido oleico.

A representação da altura da espuma em cm, no tempo 0, quando usado 0,05 g/L de Genu® GUM tipo RL 200-Z (LBG) e aplicado 1mg/L de ácido linoleico, é dada por

$$\ln E = - 0,0338 - 0,1896 * LBG - 0,8429 * L + 0,7414 * LBG * L$$

$$E = 0.722 \text{ cm}$$
(31)

Segundo a equação 19 e a equação 31, o hidrocolóide Genu® GUM tipo RL 200-Z (LBG) na concentração 0,05 g/L no tempo 0 minutos, aumentaria a altura da espuma em 73,55%, em relação ao padrão no mesmo tempo e com a mesma concentração de ácido linoleico.

A representação da altura da espuma em cm, no tempo 30 minutos, quando usado 0,05 g/L de Genu® GUM tipo RL 200-Z (LBG) e aplicado 1mg/L de ácido linoleico, é dada por

$$\ln E = - 0,0338 - 0,1896 * LBG - 0,8429 * L + 0,7414 * LBG * L - 0,0003 * t * L$$

$$- 0,0003 * t$$

$$E = 0.245 \text{ cm}$$
(32)

Segundo a equação 20 e a equação 32, o hidrocolóide Genu® GUM tipo RL 200-Z (LBG) na concentração 0,05 g/L no tempo 30 minutos, aumentaria a altura da espuma em 73,75%, em relação ao padrão, no mesmo tempo e com a mesma concentração de ácido linoleico.

4.6.2.4 – Efeito dos ácidos graxos sob o hidrocolóide Genu® Pectin tipo 106-HV.

A representação da altura da espuma em cm, no tempo 0 minutos, quando usado 0,05 g/L de Genu® Pectin tipo 106-HV e aplicado 1mg/L de ácido palmítico, é dada por

$$\ln E = -0,0338 + 0,0484 * PHV - 0,4997 * P - 0,1421 * PHV * P$$
$$E = 0,534 \text{ cm}$$

Segundo a equação 15 e a equação 33, o hidrocolóide Genu® Pectin tipo 106-HV (LBG) na concentração 0,05 g/L no tempo 0 minutos, diminuiria a altura da espuma em 8,87%, em relação ao padrão, no mesmo tempo e com a mesma concentração de ácido palmítico.

A representação da altura da espuma em cm, no tempo 30 minutos, quando usado 0,05 g/L de Genu® Pectin tipo 106-HV e aplicado 1mg/L de ácido palmítico, é dada por

$$\ln E = -0,0338 + 0,0484 * PHV - 0,4997 * P - 0,1421 * PHV * P - 0,001 * t * P$$
$$- 0,0003 * t$$
$$E = 0,051 \text{ cm}$$

Segundo a equação 16 e a equação 34, o hidrocolóide Genu® Pectin tipo 106-HV na concentração 0,05 g/L no tempo 30 minutos, diminuiria a altura da espuma em 8,92%, em relação ao padrão, no mesmo tempo e com a mesma concentração de ácido palmítico.

A representação da altura da espuma em cm, no tempo 0 minutos, quando usado 0,05 g/L de Genu® Pectin tipo 106-HV e aplicado 1mg/L de ácido oleico, é dada por

$$\ln E = -0,0338 + 0,0484PHV - 0,4617 * O + 0,0694 * PHV * O$$
$$E = 0,685 \text{ cm}$$

Segundo a equação 17 e a equação 35, o hidrocolóide Genu® Pectin tipo 106-HV (LBG) na concentração 0,05 g/L no tempo 0 minutos aumentaria a altura da espuma em

12,4%, em relação ao padrão, no mesmo tempo e com a mesma concentração de ácido oleico.

Representação da altura da espuma em cm no tempo 30 minutos, quando usado 0,05 g/L de Genu® Pectin tipo 106-HV e aplicado 1mg/L de ácido oleico, é dada por

(36)

$$\ln E = -0,0338 - 0,484 * PHV - 0,04617 * O + 0,0694 * PHV * O - 0,0002 * t * O - 0,0003 * t$$

$$E = 0,278 \text{ cm}$$

Segundo a equação 18 e a equação 36 o hidrocolóide Genu® Pectin tipo 106-HV na concentração 0,05 g/L no tempo 30 minutos, aumentaria a altura da espuma em 12,55%, em relação ao padrão, no mesmo tempo e com a mesma concentração de ácido oleico.

Representação da altura da espuma em cm no tempo 0 minutos, quando usado 0,05 g/L de Genu® Pectin tipo 106-HV e aplicado 1mg/L de ácido linoleico, é dada por

(37)

$$\ln E = -0,0338 + 0,0484 * PHV - 0,8429 * L + 0,4046 * PHV * L$$

$$E = 0,654 \text{ cm}$$

Segundo a equação 19 e a equação 37, o hidrocolóide Genu® Pectin tipo 106-HV (LBG) na concentração 0,05 g/L no tempo 0 minutos, aumentaria a altura da espuma em 57,21%, em relação ao padrão, no mesmo tempo e com a mesma concentração de ácido linoleico.

A representação da altura da espuma em cm no tempo 30 minutos, quando usado 0,05 g/L de Genu® Pectin tipo 106-HV e aplicado 1mg/L de ácido linoleico, é dada por

(38)

$$\ln E = -0,0338 - 0,0484 * PHV - 0,8429 * L + 0,4046 * PHV * L - 0,0003 * t * L - 0,0003 * t$$

$$E = 0,222 \text{ cm}$$

Segundo a equação 20 e a equação 38, o hidrocolóide Genu® Pectin tipo 106-HV na concentração 0,05 g/L no tempo 30 minutos, aumentaria a altura da espuma em 55,44%, em relação ao padrão, no mesmo tempo e com a mesma concentração de ácido linoleico.

4.6.2.5 – Efeito dos ácidos graxos sob o hidrocolóide Genu® Pectin tipo 121 Slow Set

A representação da altura da espuma em cm no tempo 0 minutos, quando usado 0,05 g/L de Genu® Pectin tipo 121 Slow Set e aplicado 1mg/L de ácido palmítico, é dada por

$$\ln E = -0,0338 - 0,0269 * PSS - 0,4997 * P - 0,0692 * PSS * P \quad (39)$$

$$E = 0,532 \text{ cm}$$

Segundo a equação 15 e a equação 39, o hidrocolóide Genu® Pectin tipo 121 Slow Set na concentração 0,05 g/L no tempo 0 minutos, diminuiria a altura da espuma em 9,21%, em relação ao padrão, no mesmo tempo e com a mesma concentração de ácido palmítico.

A representação da altura da espuma em cm no tempo 30 minutos, quando usado 0,05 g/L de Genu® Pectin tipo 121 Slow Set e aplicado 1mg/L de ácido palmítico, é dada por

$$\ln E = -0,0338 - 0,0269 * PSS - 0,4997 * P - 0,0692 * PSS * P - 0,001 * t * P \quad (40)$$

$$- 0,0003 * t$$

$$E = 0,051 \text{ cm}$$

Segundo a equação 16 e a equação 40, o hidrocolóide Genu® Pectin tipo 121 Slow Set na concentração 0,05 g/L no tempo 30 minutos, diminuiria a altura da espuma em 8,29%, em relação ao padrão, no mesmo tempo e com a mesma concentração de ácido palmítico.

A representação da altura da espuma em cm no tempo 0 minutos, quando usado 0,05 g/L de Genu® Pectin tipo 121 Slow Set e aplicado 1mg/L de ácido oleico, é dada por

$$\ln E = -0,0338 - 0,0269 * PSS - 0,4617 * O + 0,5262 * PSS * O$$

$$E = 1,003 \text{ cm}$$

Segundo a equação 17 e a equação 41, o hidrocolóide Genu® Pectin tipo 121 Slow Set na concentração 0,05 g/L no tempo 0 minutos, aumentaria a altura da espuma em 64.69%, em relação ao padrão, no mesmo tempo e com a mesma concentração de ácido oleico.

A representação da altura da espuma em cm no tempo 30 minutos, quando usado 0,05 g/L de Genu® Pectin tipo 121 Slow Set e aplicado 1mg/L de ácido oleico, é dada por

$$\ln E = -0,0338 - 0,0269 * PSS - 0,4617 * O + 0,5262 * PSS * O - 0,0002 * t * O$$

$$- 0,0003 * t$$

$$E = 0,408 \text{ cm}$$

Segundo a equação 18 e a equação 42, o hidrocolóide Genu® Pectin tipo 121 Slow Set na concentração 0,05 g/L no tempo 30 minutos, aumentaria a altura da espuma em 65,18%, em relação ao padrão, no mesmo tempo e com a mesma concentração de ácido oleico.

A representação da altura da espuma em cm no tempo 0 minutos, quando usado 0,05 g/L de Genu® Pectin tipo 121 Slow Set e aplicado 1mg/L de ácido linoleico, é dada por

$$\ln E = -0,0338 - 0,0269 * PSS - 0,8429 * L + 0,737 * PSS * L$$

$$E = 0,846 \text{ cm}$$

Segundo a equação 19 e a equação 43, o hidrocolóide Genu® Pectin tipo 121 Slow Set na concentração 0,05 g/L no tempo 0 minutos, aumentaria a altura da espuma em

103,36%, em relação ao padrão, no mesmo tempo e com a mesma concentração de ácido linoleico.

A representação da altura da espuma em cm, no tempo 30 minutos, quando usado 0,05 g/L de Genu® Pectin tipo 121 Slow Set e aplicado 1mg/L de ácido linoleico, é dada por

$$\ln E = -0,0338 - 0,0269 * PSS - 0,8429 * L + 0,737 * PSS * L - 0,0003 * t * L - 0,0003 * t \quad (44)$$
$$E = 0,287cm$$

Segundo a equação 20 e a equação 44, o hidrocolóide Genu® Pectin tipo 121 Slow Set na concentração 0,05 g/L no tempo 30 minutos, aumentaria a altura da espuma em 103.54%, em relação ao padrão, no mesmo tempo e com a mesma concentração de ácido linoleico.

4.6.2.6 - Resumo dos efeitos dos ácidos graxos com os hidrocolóides, na cerveja

Como anteriormente dito, para facilitar o entendimento das equações 15 a 44 na discussão, segue uma tabela com os resultados.

Como se observa na Tabela 11, os ácidos graxos livres geram um prejuízo na cerveja que leva a redução drástica da altura da espuma, o que concorda com a literatura (ROBERT et al, 1977). No que se refere ao ácido graxo livre que gerou maior prejuízo nesse experimento, este foi o ácido graxo linoleico, que gerou uma redução de 56,93% na altura da espuma ao início, o que concorda com a literatura, que segundo Wilde et al. (2003 apud Evans; Bamforth, 2009), se deve ao maior grau de instauração do ácido graxo em relação aos ácidos oleico e palmítico.

Tabela 11 - Redução ou aumento da altura da espuma em %, quando adicionados ácidos graxos no controle e nos tratamentos com hidrocolóides.

	Ácido Palmítico		Ácido Oleico		Ácido Linoleico	
	0 minutos	30 minutos	0 minutos	30 minutos	0 minutos	30 minutos
Redução ou aumento da espuma respeito ao controle sem ácidos graxos, em % sem adição de Hidrocolóides	-39,33	-90,05	-36,95	-56,12	-56,93	-74,95
Redução ou aumento da espuma respeito ao controle com ácidos graxos, em % 0.05 gr/l KIMILOID® BF (APG)	25,42	25	58,45	57,89	99,75	100
Redução ou aumento da espuma respeito ao controle com ácidos graxos, em % 0.05 gr/l Genu® GUM tipo RL 200-Z (LBG)	-38,9	-39,28	-2,29	-2,02	73,55	73,75
Redução ou aumento da espuma respeito ao controle com ácidos graxos, em % 0.05 gr/l Genu® Pectin tipo 106-HV	-8,87	-8,92	12,4	12,55	57,21	57,44
Redução ou aumento da espuma respeito ao controle com ácidos graxos, em % 0.05 gr/l Genu® Pectin tipo 121 Slow Set	-9,21	-8,9	64,69	65,18	103,36	103,54

Os hidrocolóides diminuíram o prejuízo dos ácidos graxos de forma geral, sendo que o melhor efeito foi na diminuição do prejuízo do ácido graxo linoleico, seguido do ácido graxo oleico, no entanto atualmente existe evidencia dessa diminuição somente para o hidrocolóide KIMILOID® BF (APG) (EVANS e BAMFORTH, 2004) o significa que essa pesquisa avaliou novas fontes de estabilizantes de espuma capazes de diminuir o prejuízo gerado pelos ácidos graxos, sendo a pectina Genu® Pectin tipo 121 Slow Set a que melhor desempenho teve depois do KIMILOID® BF (APG). O hidrocolóide Genu® Pectin tipo 106-HV também diminui eficientemente o prejuízo gerado pelos ácidos graxos linoleico e oleico, com isso poderia se dizer que as pectinas tem uma capacidade significativa de evitar o colapso da espuma em cerveja tipo pilsener quando adicionado 1 mg/L de ácido linoleico e oleico.

Somente o hidrocolóide KIMILOID® BF (APG) conseguiu diminuir o prejuízo na espuma causado pelo ácido graxo palmítico, ácido graxo saturado que destrói quase completamente a espuma da cerveja no tempo 30 minutos, tempo no qual segundo Knapp e Bamforth (2002) indicam a altura de espuma final da cerveja quando servida num copo. O hidrocolóide Genu® GUM tipo RL 200-Z não foi efetivo na diminuição do prejuízo causado pelo ácido palmítico e oleico. Na verdade, o hidrocolóide diminui a altura da espuma ainda mais quando adicionados esses ácidos graxos livres.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS E OBSERVAÇÕES

Os resultados desse trabalho deram uma visão do benefício do uso de hidrocolóides como estabilizantes de espuma e demonstraram sua eficiência para tal efeito, no entanto, ainda há caminho por diante, que envolve testes a escala piloto e uso de técnicas mais avançadas, para medir a estabilidade espuma e avaliar outras qualidades da mesma, que requerem tecnologias apropriadas para tais efeitos, que são de alto custo.

Também é importante desenvolver uma técnica capaz de avaliar a cremosidade da espuma, já que as análises visuais não dão uma aproximação precisa dessa propriedade, a qual é muito importante.

A técnica usada para a análise de estabilidade espuma usada nesse trabalho tem alguns problemas como a interferência da força de agitação manual dos tubos e os possíveis riscos internos no vidro do tubo, essas interferências modificam a espuma de uma repetição para outra, o qual aumenta o desvio padrão das repetições que leva a problemas de repetitividade.

É importante destacar que de igual forma, as análises de estabilidade de espuma mostraram que pequenas quantidades de ácidos graxos livres (1mg/L) são capazes de destruir quase por completo a espuma, por isso é de grande importância manter a vidraria destinada as análises de estabilidade de espuma limpas e somente destinadas para tal efeito. Também no momento do manuseio da vidraria e do equipamento de laboratório evitar o contato das digitais da mão com as paredes internas da vidraria ou das partes do equipamento de laboratório que tenham contato direto com a cerveja.

Como consideração final é importante mencionar que dos hidrocolóides testados na presente pesquisa, nenhum era produzido apenas para ser usado em cerveja, ou seja, eram produzidos para serem utilizados em diversas aplicações que não incluíam a estabilização de espuma em cervejas. Ainda assim, a presente pesquisa justificou o uso de alguns deles como estabilizantes de espuma. Portanto, o seguinte passo dessa pesquisa seria sintetizar quimicamente os hidrocolóides das famílias anteriormente mencionadas com algumas modificações para aumentar o rendimento deles, como o aumento do grau de esterificação e outras propriedades químicas que poderiam gerar um hidrocolóide viável comercialmente como estabilizante de espuma em cervejas tipo Pilsen, que seria uma alternativa ao uso de alginato propilenoglicol.

6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AS GRANDES GOMAS- uma visão - **Aditivos & Ingredientes**, Nº 79, 2011. Disponível em: <www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/297.pdf> Acesso em: 12/2013

BAMFORTH, C. W. Bringing matters to a head: The status of research on beer foam. *European Brewing Convention Monograph*, v. XXVII, p. 10 – 23, Amsterdam: 1999 *apud* BAMFORTH, 2009.

BAMFORTH, C. W. et al. **Handbook of Alcoholic Beverages: Beer, a Quality Perspective**, Burlington: Elsevier, 2009.

BAMFORTH, C. W. The relative significance of physics and chemistry for beer foam excellence: Theory and practice . *Journal of the Institute of Brewing* , v. 110, p. 259 – 266, 2004 *apud* BAMFORTH, 2009.

BRASIL. Resolução-RDC nº 65, de 29 de novembro de 2011. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Disponível em: <<http://www.brasilsus.com.br/legislacoes/anvisa/110765-65.html>>. Acesso em: 9 de abril. 2013.

CARGILL. **Hidrocolóides**. Disponível em: <<http://www.cargillfoods.com/lat/pt/produtos/hidrocolóides/index.jsp>>. Acesso em: 12/2013

CARROLL , T. C. N. The effect of dissolved nitrogen gas on beer foam and palate. *Master Brewers Association of the Americas Technical Quarterly*, v. 16 , p. 116 – 119, 1979 *apud* BAMFORTH, 2009.

CECCHI, H. M. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos, Campinas, UNICAMP, 2011

CHAPON, L. Wissenswertes über die Kältetrübung des Bieres. *Brauwelt*, v. 108, p. 1769-1775, 1968 *apud* KUNZE 2006

CP KELCO. AS MELHORES ESCOLHAS EM HIDROCOLÓIDES - Aditivos & Ingredientes, Nº 73 - OUTUBRO 2010. Disponível em: <http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/226.pdf>. Acesso em 12/2013.

CP KELCO. CMC BOOK. US: [ac. 2009]

CP KELCO. KELTROL® / KELZAN® Xanthan gum Book. 8ª ed. US: 03/2007.

CP KELCO. GENU® Carrageenan Book. US: 08/2001

DOSSIE: GOMAS. Food Ingredients Brasil, Nº 17, 2011. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/176.pdf>> Acesso em: 12/2013

ESTABILIZANTES. Food Ingredients Brasil, Nº14, p. 43, 2010. Disponível em: <www.revista-fi.com> Acesso em: 05/2013

EVANS, D. E. et al. Comparison of Foam Quality and the Influence of Hop α -Acids and Proteins Using Five Foam Analysis Methods. J. Am. Soc. Brew. Chem, Saint Paul, v. 66, p. 1-10, 2008.

EVANS, D. E. et al. Comparison of the Rudin and NIBEM Methods for Measuring Foam Stability with a Manual Pour Method to Identify Beer Characteristics That Deliver Consumers Stable Beer Foam. J. Am. Soc. Brew. Chem, Saint Paul, v. 70, p. 70-78, 2012.

EVANS, E.; BAMFORTH, C.W. Beer foam, achieving a suitable head. In: Bamforth CW (ed) Beer: a quality perspective. Academic Press, Burlington, MA, USA: 2009, p. 7-66.

FELLOWS, P. J. Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática. 2.ed. Artmed, Porto Alegre-RS. 2006. 602 p.

FERREIRA, I. Effects of the Combination of Hydrophobic Polypeptides, Iso-r Acids, and Malto-oligosaccharides on Beer Foam Stability. J. Agric. Food Chem, Londres, v. 53, p. 4976-4981, 2005.

HACKBARTH, J. J. Multivariate Analyses of Beer Foam Stand. J. Inst. Brew, Londres, v. 112, p. 17–24, 2006.

HEINEKEN TECHNICAL SERVICES B.V. Maria A. Wubben, Albert Doderer. Pectins as foam stabilizers for beverages having a foam head. US 6910663 B1, 28 de fevereiro 2005. Disponível em: <<http://www.google.com.br/patents/US6910663>>. Acesso em: 9 de abril. 2013.

HUGHES, P.S.; BAXTER, E.D. **Beer: Quality, Safety and Nutritional Aspects**. Cambridge, UK: 2001. ISBN: 0-85404-588-0

HUNG, J. K. S. Evaluation of an Automated Procedure for Measuring Beer Foam Stability. MBAA TQ, Chicago, v. 42, p. 178-183, 2005.

JONATHAN, R.; GOLDBERG, J. R., Analyzing Foam Instability in Commercial Beers. J. Am. Soc. Brew. Chem, Saint Paul, v. 68, p. 57-62, 2010.

JUST DRINKS. **Premium beer in emerging markets – forecasts to 2016**. Maio, 2012. Disponível em: <http://www.just-drinks.com/store/samples/2012_aroq_premium_beer_emerging_markets_brochure.pdf>

KIMICA CORPORATION. Índice. Disponível em: <<http://www.kimica.jp/spanish/indice.htm>>. Acesso em: 9 de abril. 2013.

KIRIN INSTITUTE OF FOOD AND LIFESTYLE REPORT VOL. 33. Global Beer Consumption by Country in 2010. Dezembro 21, 2011. Disponível em: <http://www.kirinholdings.co.jp/english/news/2011/1221_01.html>. Acesso em: 9 de abril. 2013.

KNAPP, G. R.; BAMFORTH, C. W. The foaming properties of proteins isolated from barley. J. Sci. Food Agric, Londres, v82, p.1276-1281, 2002.

KOBAYASHI, N. A New Method for Evaluating Foam-Damaging Effect by Free Fatty Acids. J. Am. Soc. Brew. Chem, Saint Paul, v. 60, p. 37-41, 2002.

KOSIN, P. Relationship Between Matrix Foaming Potential, Beer Composition, and Foam Stability. *J. Am. Soc. Brew. Chem*, Saint Paul, Saint Paul, v. 68, p. 63-69, 2010.

KUNZE, W. *Tecnología para cerveceros y malteros*. 1ª ed. en español. Berlin: VLB, 2006.

LEIPER, K. A. AND MIEDL, M., Colloidal stability of beer. In: *Handbook of Alcoholic Beverages: Beer, A Quality Perspective*. C. W. Bamforth, I. Russell and G. G. Stewart, eds.. Elsevier: Burlington, MA, 2009, p. 111-161.

LUSK, L. T. Barley β -Glucan and Beer Foam Stability *J. Am. Soc. Brew. Chem*, Saint Paul, v. 59, p. 183-186, 2001.

LUSK, L. T. Independent Role of Beer Proteins, Melanoidins and Polysaccharides in Foam Formation *J. Am. Soc. Brew. Chem*, Saint Paul, Saint Paul, v. 53, p. 93-103, 1995.

MINTEL. Mintel Press Release: Relatório Mintel revela que marcas premium alavancam crescimento do mercado de cervejas no Brasil. Nov/2012. Disponível em: <<http://brasil.mintel.com/press-centre/press-releases/990/relatorio-mintel-revela-que-marcas-premium-alavancam-crescimento-do-mercado-de-cervejas-no-brasil>>. Acessado em: abril/2013.

MITANI *et al.* Dynamic behavior of carbon dioxide gas related to formation and diminution of beer foam. *Journal of the American Society Brewing Chemists*, v. 60, p. 1 – 9, 2002 *apud* BANFORTH 2009

MULLER H. S. *Introducción a la Reología de los Alimentos*. Zaragoza, Acribia, 1977.

NUSSINOVITC, A. *Hydrocolloids Applications: Gum technology in the food and other industries*. Londres: Blackie Academy And Professional, 1997.

OS ESTABILIZANTES em sorvetes – Revista Sorvetes e Casquinhas, p. 48, Verão/2009. Disponível em: <http://www.insumos.com.br/sorvetes_e_casquinhas/materias/88.pdf>. Acesso em: 05/2013

PRINS, A.; van MARLE, J. T. Foam formation in beer: Some physics behind it. *Beer Foam Quality*, pp. 26–36, vol. Monograph 27. Amsterdam, The Netherlands; Fachverlag Hans Carl, Nurnberg: 1999 *apud* BAMFORTH 2009

R. T. ROBERTS; P. J. KEENEY; T. WAINWRIGHT. The Effects Of Lipids And Related Materials On Beer Foam. *Journal Inst. Brew.*, Vol. 84, p. 9-12, January-February 1978.

RODRIGUES M. A.; IEMMA A. F. Planejamento de Experimentos e Otimização de Processos. Campinas, Casa do Pão, 2005.

RONTELTAP et al. Beer foam physics. *Master Brewers Association of the Americas Technical Quarterly*, v. 28, p. 25 – 32, 1991

SADOSKY, P.; SCHWARZ, P. B.; HORSLEY, R. D. Effect of Arabinoxylans, Glucans, and Dextrins on the Viscosity and Membrane Filterability of a Beer Model. *J. Am. Soc. Brew. Chem*, Saint Paul, v. 60, p. 153-162, 2002.

SANDFORD, P. A.; BAIRD, J. Industrial utilization of polysaccharides. In *The Polysaccharides*, vol. 2, edited by G. O. Aspinall. New York: Academic Press, p. 411-490, 1983 *apud* CP KELCO, 2007

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. SAS Institute. SAS User's Guide: statistics. Version 9.0 Cary, USA, 2002.

SIQUEIRA, E. B. Caracterização Físico-Química e Sensorial de Doces em massa Light de Goiaba. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006.

SOUZA, K. Ap. F. D. ; NEVES, V. A. Polissacarídeos. Disponível em: <http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/introducao_carboidratos/polissacarideos.htm>. Acesso em: 12/2013

VUNDLA, W. ; TORLINE, P. Steps toward the formation of a model foam standard. *J. Am. Soc. Brew. Chem*, Saint Paul, v. 65, p.21-25, 2007.

WHISTLER, R. L.; BEMILLER, J. N. *Industrial Gums*, 3^a ed. New York: Academic Press, 1993 *apud* CP KELCO, 2007

WILDE, P.J. et al. Destabilisation of beer foam by lipids: structural and interfacial effects. *Journal American Society of Brewing Chemists*, v. 61 , p. 196 – 202, 2003 *apud* BAMFORTH, 2009.

7 – ANEXOS

7.1 - Fichas técnicas dos hidrocolóides

7.1.1- KIMILOID® BF

15.201

NF-400 82
05.01.13

KIMICA
Chile Ltda.
To: VOGLER INGREDIENTS

Date: November 28, 2012

Specification and COA
KIMILOID - BF
(Propylene Glycol Alginate)
(CODE No. 22024-B)

Lot No. : 2K22545
Quantity : 1900Kg
Manufactured date : November 22, 2012
Expiry date : November 21, 2013

Keep under 5°C

ITEMS	SPECIFICATION	RESULTS	METHOD
Appearance	Yellow Powder without smell or taste	Conforms	KTM 39-1 *
Improvement on Foam	Good	Good	KTM 45
Description	Conforms to FCC	Conforms	KTM 39-1 *
Clouding (=Haze)(1% soln.)	2.0EBC max.	1.0EBC	KTM 25-1
Smell & Taste on Beer (2% soln.)	None	None	----
pH (2% soln.)	3.4 - 4.4	3.96	KTM 3
Concentration (Dry Basis)	16 ~ 20% CO ₂	18%	KTM 30-4
Trichloroanisol	Not Detected	Conforms	KTM 46
Viscosity (2% soln. at 25°C)	50 ~ 175cps	115cps	KTM 1-3
Dry matter	85 ~ 95%	89%	KTM 2 *
Loss on Drying	13.0% max	11.4%	KTM 2 *
Ash (Dry Basis)	10.0% max.	2.2%	KTM 4
Particle size (60µm pass)	93% min.	100.0%	KTM 6
Esterified Carboxyl Groups	80 ~ 85%	82.2%	KTM 23-2
Free Carboxyl Groups	35% max.	4.1%	KTM 23-2
Neutral Carboxyl Groups	45% max	13.7%	KTM 23-2
Thermotolerant coliform	Absent/10g	Absent	KTM 41-3
Coliform	Absent/10g	Absent	KTM 41-1-2
Total bacteria count	1,000 cfu/g max	<50 cfu/g	KTM 41-2-4
Salmonella	Absent/25g	Absent	KTM 41-4-3
Arsenic	2.0ppm max.	Conforms	KTM 34-3 *
Copper	0.2ppm max.	Conforms	KTM 59
Zinc	20.0ppm max.	Conforms	KTM 58
Cadmium	0.1ppm max.	Conforms	KTM 56
Mercury	0.1ppm max.	Conforms	KTM 57
Lead	5.0ppm max.	Conforms	KTM 43 *

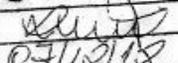
(Note) Trichloroanisol: Not Detected = Less than 0.05ppb * same as FCC VII

KIMICA Chile Ltda.

Junichi Suzuki
Director

CASA MATRIZ: PEDRO LEON GALLO-644 - PROVIDENCIA • FONOS: (56-2) 341 2777 - 341 2893 - FAX: (56-2) 225 2950
E-mail: sign-office@kimica-chile.cl
SUCURSAL: CAMINO LONQUEN S/N - PARCELA 12 - PAINE • FONOS: (56-2) 549 5400 - FAX: (56-2) 824 1364
SANTIAGO-CHILE
E-mail: paine-office@kimica-chile.cl

APROVADO

QUALIDADE: 

DATA: 07/12/12

7.1.2 - Goma Gelana tipo Kelcogel® HF-B

PRODUCT DATA SHEET



KELCOGEL® HF-B GELLAN GUM

Document No.: 465-X

Effective Date: 04 Jun 2012

Description	KELCOGEL HF-B gellan gum is a fine mesh, high acyl gellan gum for use in stabilizing juices. (Note: CP Kelco does not guarantee the use of KELCOGEL HF-B gellan gum in milk-based beverages.)
Features	<ul style="list-style-type: none">• pseudoplastic rheology (i.e., shear thinning)• low protein reactivity• acid stable• easy to disperse and hydrate
Benefits	<ul style="list-style-type: none">• excellent suspension of fruit pulp and insoluble ingredients• minimal contribution to mouthfeel viscosity• compatible with a wide variety of fruit juices• results in products with excellent shelf life stability• compatible with equipment typically used in beverage processing plants• can be used in combination with other hydrocolloids to tailor suspension performance and mouthfeel
Typical Applications	<ul style="list-style-type: none">• flavored waters• fruit juice beverages (pH greater than 3.2, juice contents less than 30%) and juice concentrates
Typical Use Level	KELCOGEL HF-B gellan gum is typically used at 0.025 – 0.035%.
Dispersion/Hydration	KELCOGEL HF-B gellan gum can be dispersed readily into the beverage using common mixing devices. The product can be activated by heat treatments such as HTST, UHT and batch pasteurization where the beverage temperature reaches at least 80°C.
Standard Packaging	Packed in 25-kg Leverpak drums (or their equivalent) with polyethylene liners (21 CFR §177.1520). All packaging materials comply with relevant UK, EU, and United States food contact legislation.
Ingredient/Labeling	KELCOGEL HF-B gellan gum Food grade gellan gum, CAS: 71010-52-1; E418 For use as a stabilizer and thickener Kosher approved; Halal approved
Regulatory Information	Gellan gum complies with requirements contained in the following regulations and standards: <i>Food Chemicals Codex</i> , 21 CFR § 172.665 (USA), <i>Canadian Food and Drug Law</i> (Item G.2, Table IV), JECFA, the purity criteria in the current EC Directive, 1829/2003/EC, and <i>Japan's Specifications and Standards for Food Additives</i> .
Storage Conditions/ Shelf Life	Store in a roofed and well-ventilated area in the unopened original package. Functional properties of the product are guaranteed to conform with the stated sales specifications for 730 days from the date of manufacture when stored under these conditions. Product quality should be re-evaluated prior to use if this "Best Before" date has been exceeded.
Quality System	Manufactured according to a Quality System registered to ISO 9001:2008.

KELCOGEL[®] HF-B GELLAN GUM

Document No.: 465-X

Effective Date: 04 Jun 2012

Specifications

Testing to the following specifications is conducted on every product lot.

<u>Property</u>	<u>Requirement</u>	<u>Test Method</u>
Particle Size - 80 mesh (180 µm)	Tyler Standard Screen Scale Not less than 99% through	KTM146
Loss on Drying	Not more than 15.0%	KTM003
Appearance	White to tan, uniform in appearance	
Suspension - 0.0275% in simulated juice system	Pass	KTM301
Isopropyl Alcohol	Not more than 750 mg/kg (ppm)	KTM520
Bacteria *	Not more than 10,000 cfu/g	KTM800
Fungal (Yeast & Mold) Count	Not more than 400 cfu/g	KTM803
Coliform	Negative by Most Probable Number (MPN)	KTM801

* Total viable mesophilic aerobic count, 48 hr incubation

Specifications – Guaranteed to Comply

Testing to the following specifications is conducted on a skip-lot basis and may not be reported on the Certificate of Analysis. Product is guaranteed by CP Kelco to comply with compendial requirements applicable for each property.

<u>Property</u>	<u>Requirement</u>	<u>Test Method</u>
Identification	Pass	KTM519
Total Nitrogen	Not more than 3.0%	KTM516
Assay	3.3 – 6.8% CO ₂	KTM503
Ash	4.0 – 10.0%	KTM007
Heavy Metals	Not more than 20.0 mg/kg (ppm)	KTM514
Lead	Not more than 2.0 mg/kg (ppm)	KTM514
Arsenic	Not more than 2.0 mg/kg (ppm)	KTM514
Mercury	Not more than 1.0 mg/kg (ppm)	KTM514
Cadmium	Not more than 1.0 mg/kg (ppm)	KTM514
<i>Escherichia coli</i>	Absent in 25 g	KTM802
<i>Salmonella</i> spp.	Absent in 25 g	KTM804

KELCOGEL[®] HF-B GELLAN GUM

Document No.: 465-X

Effective Date: 04 Jun 2012

METHODS OF TESTING

(For test methods not listed, follow the applicable compendium. Full details of test methods are available upon request)

Particle Size (KTM146)

Shake 50 g product on a 80-mesh (180 µm) Tyler Standard Screen for 20 minutes using a Ro-Tap sieve shaker.

Loss on Drying (KTM003)

Spread 3-5 g product evenly on a tared weighing pan and weigh accurately. Dry in an oven at 105°C for 2½ hours. Cool in a desiccator and reweigh.

Appearance

Qualitative evaluation.

Suspension (KTM301)

Please contact the CP Kelco Sales Representative.

NOTE: CP Kelco reserves the right to use company test methodology.

The information contained herein is, to our best knowledge, true and accurate, but all recommendations or suggestions are made without guarantee, since we can neither anticipate nor control the different conditions under which this information and our products are used. Each manufacturer should evaluate their final products to determine compliance with all relevant federal, state and local regulations. Further we can disclaim all liability with regard to its customers' infringement of third party intellectual property including, but not limited to, patents. We recommend that our customers apply for licenses under any relevant patents. No statement herein or by our employees shall be construed to imply the non-existence of relevant patents or as a recommendation or inducement to infringe said patents. It is our policy, however, to assist our customers and to help in the solution of particular problems which may arise in connection with applications of our products.

KELCOGEL is a registered trademark of CP Kelco ApS and/or CP Kelco U.S., Inc.
© CP Kelco ApS 2009

www.cpkelco.com



e-mail: solutions@cpkelco.com

The Americas

CP Kelco
800-535-2687 phone
678-247-2752 fax

Europe/Middle East/Africa

CP Kelco France SARL
+33 (0) 1 49 03 78 00 phone
+33 (0) 1 49 03 78 29 fax

Asia Pacific

CP Kelco Singapore Pte. Ltd.
+65 6491 9100 phone
+65 6491 9101 fax

Page 3 of 3

7.1.3 - CMC tipo Cekol® 30.000

PRODUCT DATA SHEET



A HUBER COMPANY

CEKOL® 30000 Cellulose Gum

File no.: Cekol30000/812109041BG/B

Revision date: August 10, 2010

Description	CEKOL® 30000 is a highly purified Sodium Carboxymethylcellulose. It is a tasteless, odourless, thickener, stabilizer or dispersant.
Standard packaging	Packed in 20 kg bags. All packaging material complies with FDA and EU food contact legislation.
Regulatory compliance	<p>CEKOL 30000 complies with the requirements contained in the following regulations and standards: Food Chemicals Codex, 21 CFR 182.1745, JECFA, the purity criteria in the current EC Directive, Japan's Specifications and Standards for Food Additives, and the National Standard of the People's Republic of China.</p> <p>CEKOL 30000 also conforms to the monographs of "Carmellose Sodium" or "Carboxymethylcellulose Sodium" in the current Ph. Eur., USP/NF, JP, and several local pharmacopeias.</p> <p>INCI name: Cellulose Gum.</p>
Labeling information	<p>CEKOL® 30000 Cellulose Gum, Sodium Carboxymethyl Cellulose. CAS number 9004-32-4. E-466 for use in food.</p> <p>CEKOL 30000 is certified Kosher and Halal.</p>
Shelf life	<p>Shelf life for CEKOL 30000 products is 36 months from the date of manufacture.</p> <p>However, as a result of a natural process the viscosity of Cellulose Gum may decrease in time. We guarantee that the product will meet the viscosity specification for 12 months after the indicated "Manufacturing Date". After these 12 months the product can still be used safely up to the indicated shelf life end date, but may need a slight dosage correction in order to give optimum performance in the application.</p>
Documentation	<p>Further details appear from Product Specifications:</p> <ul style="list-style-type: none">- Purity Specifications 001 for CEKOL, Cellulose Gum (Sodium Carboxymethylcellulose) grades in food applications- Purity Specifications 002 for CEKOL, Cellulose Gum (Carboxymethylcellulose Sodium, Carmellose Sodium) grades in pharma applications <p>Test methods are available upon request. CP Kelco reserves the right to use company test methodology.</p>
Production Facilities	<p>CP Kelco Äänekoski, Finland CP Kelco Taixing, China</p>

www.cpkelco.com

Page 1 of 2

CEKOL[®] 30000 Cellulose Gum

File no.: Cekol30000/812109041BG/B

Revision date: August 10, 2010

Specifications	Characteristic	Specification
	NaCMC content (dry basis)	min. 99.5%
	Moisture as packed	max. 10%
	Sodium chloride content (dry basis)	max. 0.5%
	Sodium glycolate content (dry basis)	max. 0.4%
	Degree of substitution	0.75 – 0.85
	Sodium content	7.5 – 9.0
	Sulphated ash content	23.0 – 27.0
	pH (1% solution)	6.5 – 8.0
	Viscosity, 1%, 25°C	2500 – 3500 mPa.s
	Brookfield LV	
Other characteristics	White to cream powder	
	Odourless	
	Neutral taste	
	Typical particle size:	> 0.075 mm : 40-75%
		> 0.5 mm : max 2%

The information contained herein is, to our best knowledge, true and accurate, but all recommendations or suggestions are made without guarantee, since we can neither anticipate nor control the different conditions under which this information and our products are used. Each manufacturer should evaluate their final products to determine compliance with all relevant federal, state and local regulations. Further we can disclaim all liability with regard to its customers' infringement of third party intellectual property including, but not limited to, patents. We recommend that our customers apply for licenses under any relevant patents. No statement herein or by our employees shall be construed to imply the non-existence of relevant patents nor as a recommendation or inducement to infringe said patents. It is our policy, however, to assist our customers and to help in the solution of particular problems which may arise in connection with applications of our products.

© CP Kelco 2009.

e-mail solutions@cpkelco.com
www.cpkelco.com

Page 2 of 2

The Americas
CP Kelco US, Inc
800-535-2687 phone
678-247-2752 fax

Europe/Middle East/Africa
CP Kelco France SARL
+33 (0) 1 49 03 78 00 phone
+33 (0) 1 49 03 78 29 fax

Asia Pacific
CP Kelco Services ApS, China
+86 21 5175 8488 phone
+86 21 5175 8499 fax

7.1.4 - CMC tipo Cekol ® HVD

PRODUCT DATA SHEET



A HUBER COMPANY

CEKOL® HVD Cellulose Gum

File no.: CekolHVD/ 811839011BGB

Revision date: August 10, 2010

Description	CEKOL® HVD is a highly purified Sodium Carboxymethylcellulose, specifically developed for application in acidified dairy drinks. It is a tasteless, odourless, thickener, stabilizer or dispersant.
Standard packaging	Packed in 20 kg bags. All packaging material complies with FDA and EU food contact legislation.
Regulatory compliance	<p>CEKOL HVD complies with the requirements contained in the following regulations and standards: Food Chemicals Codex, 21 CFR 182.1745, JECFA, the purity criteria in the current EC Directive, Japan's Specifications and Standards for Food Additives, and the National Standard of the People's Republic of China.</p> <p>CEKOL HVD also conforms to the monographs of "Carmellose Sodium" or "Carboxymethylcellulose Sodium" in the current Ph. Eur., USP/NF, JP, and several local pharmacopeias.</p> <p>INCI name: Cellulose Gum.</p>
Labeling information	<p>CEKOL® HVD Cellulose Gum, Sodium Carboxymethyl Cellulose. CAS number 9004-32-4. E-486 for use in food.</p> <p>CEKOL HVD is certified Kosher and Halal.</p>
Shelf life	<p>Shelf life for CEKOL HVD products is 24 months from the date of manufacture.</p> <p>However, as a result of a natural process the viscosity of Cellulose Gum may decrease in time. We guarantee that the product will meet the viscosity specification for 12 months after the indicated "Manufacturing Date". After these 12 months the product can still be used safely up to the indicated shelf life end date, but may need a slight dosage correction in order to give optimum performance in the application.</p>
Documentation	<p>Further details appear from Product Specifications:</p> <ul style="list-style-type: none">- Purity Specifications 001 for CEKOL, Cellulose Gum (Sodium Carboxymethylcellulose) grades in food applications- Purity Specifications 002 for CEKOL, Cellulose Gum (Carboxymethylcellulose Sodium, Carmellose Sodium) grades in pharma applications <p>Test methods are available upon request. CP Kelco reserves the right to use company test methodology.</p>
Production Facilities	<p>CP Kelco Äänekoski, Finland CP Kelco Taixing, China</p>

www.cpkelco.com

Page 1 of 2

CEKOL[®] HVD Cellulose Gum

File no.: CekolHVD/ 811839011BG/B

Revision date: August 10, 2010

Specifications	Characteristic	Specification
	NaCMC content (dry basis)	min. 99.5%
	Moisture as packed	max. 10%
	Degree of substitution	0.85 – 0.95
	pH (1% solution)	6.5 – 8.0
	Viscosity, 2%, 25°C	1000 – 2000 mPa.s
	Brookfield LV	
Other characteristics	White to cream powder	
	Odourless	
	Neutral taste	
	Typical particle size:	> 0.075 mm : 0-60%
		> 0.4 mm : max 0.1%

The information contained herein is, to our best knowledge, true and accurate, but all recommendations or suggestions are made without guarantee, since we can neither anticipate nor control the different conditions under which this information and our products are used. Each manufacturer should evaluate their final products to determine compliance with all relevant federal, state and local regulations. Further we can disclaim all liability with regard to its customers' infringement of third party intellectual property including, but not limited to, patents. We recommend that our customers apply for licenses under any relevant patents. No statement herein or by our employees shall be construed to imply the non-existence of relevant patents nor as a recommendation or inducement to infringe said patents. It is our policy, however, to assist our customers and to help in the solution of particular problems which may arise in connection with applications of our products.

© CP Kelco 2009.

e-mail solutions@cpkelco.com
www.cpkelco.com

Page 2 of 2

The Americas

CP Kelco US, Inc.
800-535-2687 phone
678-247-2752 fax

Europe/Middle East/Africa

CP Kelco France SARL
+33 (0) 1 49 03 78 00 phone
+33 (0) 1 49 03 78 29 fax

Asia Pacific

CP Kelco Services ApS, China
+86 21 5175 8488 phone
+86 21 5175 8499 fax

7.1.5 - Genu® GUM tipo RL 200-Z

PRODUCT DATA SHEET



GENU® GUM type RL-200Z

File no.: 0006610-28

Revision date: January 16, 2011

Description GENU® GUM type RL-200Z is a highly refined locust bean gum which contains no sucrose

Features

- Thickening and gelling agent for water systems, where a completely transparent solution or water jelly is required

Typical Applications

- Various water systems

Typical Use Level Not applicable

Standard packaging Packed in 25 kg paper bags. All packaging material complies with FDA and EU food contact legislation.

Regulatory Compliance The hydrocolloid(s) in question complies with current purity criteria according to

- Food Chemical Codex
- FAO/JECFA specifications
- EU directive

Further details appear from:

<u>GENU® publication</u>	<u>Title</u>
Product Specification 0000004	Purity specifications, LBG

Labeling information GENU® GUM type RL-200Z

E410 Locust bean gum CAS 9000-40-2

For manufacture of foodstuffs and not for retail sale

GENU® GUM type RL-200Z

File no.: 0006610-28

Revision date: January 16, 2011

Specifications	Property	Specification	Method
	* Viscosity (heated to 85°C), cps	3000 - 4200	0702001
	Loss on drying (FCC method), %	<=14.0	0704007
	Aerobic plate count, CFU/g	<=5000	0800001
	Yeast and Mould, CFU/g	<=200	0800002
	Therm. aerobic bacteria, CFU/g	<=2000	0800010

*Functional Property for the product

Functional property:
Functional property is guaranteed 365 days (12 months) from date of manufacture, when stored in a roofed and well ventilated area in the unopened original package.

If date of use is after the Functionality guarantee date but within Shelf Life/Best Before date the product can still be used but functionality may have changed slightly.

- Other characteristics**
- Texture free-flowing powder
 - Particle size less than 3% gum on a 0.075 mm test sieve (DIN 80, 200 US mesh)
 - White to yellowish white
 - Essentially flavourless, free from off-flavours and odours

Shelf life / Best before When stored in a roofed and well ventilated area in the unopened original package, the product may be stored up to 1095 days (36 months) from date of manufacture.

Shelf Life/Best Before period is based on purity and identity specifications and is the guaranteed period through which we guarantee that the products are in compliance with the purity and identity criteria defined in the regulatory compliance section.

Documentation Test methods and Nutritional Data Profiles are available upon request. CP Kelco reserves the right to use company test methodology.

Production facilities Possible production facilities of CP Kelco:
CP Kelco, Cebu, Philippines
CP Kelco, Lille Skensved, Denmark

The information contained herein is, to our best knowledge, true and accurate, but all recommendations or suggestions are made without guarantee, since we can neither anticipate nor control the different conditions under which this information and our products are used. Each manufacturer should evaluate their final products to determine compliance with all relevant federal, state and local regulations. Further we can disclaim all liability with regard to its customers' infringement of third party intellectual property including, but not limited to, patents. We recommend that our customers apply for licenses under any relevant patents. No statement herein or by our employees shall be construed to imply the non-existence of relevant patents nor as a recommendation or inducement to infringe said patents. It is our policy, however, to assist our customers and to help in the solution of particular problems which may arise in connection with applications of our products.

GENU® is a registered trademark of CP Kelco ApS and/or CP Kelco U.S., Inc. and may be registered or applied for in other countries.
© CP Kelco ApS 2001.

Page 2 of 2

e-mail solutions@cpkelco.com
www.cpkelco.com

7.1.6 - Genu® Pectin tipo 106-HV

PRODUCT DATA SHEET



A HUBER COMPANY

GENU® pectin type 106 HV high viscosity

File no.: 0001075-06

Revision date: January 15, 2011

Description GENU® pectin type 106 HV high viscosity is a high ester pectin extracted from citrus peel and standardized by addition of sucrose

- Features**
- Viscosifier in beverages
 - Mouthfeel enhancement in beverages

Typical Applications • Beverages

Typical Use Level 0.05 - 0.30%

Standard packaging Packed in 25 kg paper bags. All packaging material complies with FDA and EU food contact legislation.

Regulatory Compliance The hydrocolloid(s) in question complies with current purity criteria according to

- Food Chemicals Codex
- FAO/JECFA specifications
- EU directive

Further details appear from:

GENU publication	Title
Product Specification 0000001	Purity Specifications for pectin

Labeling information GENU® pectin type 106 HV high viscosity

E440 Pectin standardized with sucrose, CAS: 9000-69-5, 57-50-1
For manufacture of foodstuffs and not for retail sale.

Specifications	Property	Specification	Method
	Degree of Esterification, %	67.0 – 72.0	0006010
	pH of 1% solution	2.9 – 3.6	0006041
	Loss on drying, %	Not more than 12.0	0006042
	*3% viscosity, cps	400 – 500	0102059

*Functional Property for the product

Functional property:
Functional property is guaranteed 365 days (12 months) from date of manufacture, when stored in a roofed and well ventilated area in the unopened original package.

If date of use is after the Functionality guarantee date but within Shelf Life/Best Before date the product can still be used but functionality may have changed slightly.

www.cpkelco.com

Page 1 of 2

GENU® pectin type 106 HV high viscosity

File no.: 0001075-06

Revision date: January 15, 2011

- Other characteristics**
- Texture free-flowing powder
 - Particle size less than 1% gum on a 0.250 mm test sieve
 - Colour cream to light tan
 - Essentially flavourless, free from off-flavours and odours

Shelf Life/Best Before When stored in a roofed and well ventilated area in the unopened original package, the product may be stored up to 1095 days (36 months) from date of manufacture.

Shelf Life/Best Before period is based on purity and identity specifications and is the guaranteed period through which we guarantee that the products are in compliance with the purity and identity criteria defined in the regulatory compliance section.

Documentation Test methods and Nutritional Data Profiles are available upon request. CP Kelco reserves the right to use company test methodology.

Production facilities Possible production facilities of CP Kelco:
CP Kelco, Grossenbrode, Germany
CP Kelco, Limeira, Brazil - e-mail: cpkelcobrasil@cpkelco.com
CP Kelco, Lille Skensved, Denmark

The information contained herein is, to our best knowledge, true and accurate, but all recommendations or suggestions are made without guarantee, since we can neither anticipate nor control the different conditions under which this information and our products are used. Each manufacturer should evaluate their final products to determine compliance with all relevant federal, state and local regulations. Further we can disclaim all liability with regard to its customers' infringement of third party intellectual property including, but not limited to, patents. We recommend that our customers apply for licenses under any relevant patents. No statement herein or by our employees shall be construed to imply the non-existence of relevant patents nor as a recommendation or inducement to infringe said patents. It is our policy, however, to assist our customers and to help in the solution of particular problems which may arise in connection with applications of our products.

GENU® is a registered trademark of CP Kelco ApS and/or CP Kelco U.S., Inc. and may be registered or applied for in other countries.
© CP Kelco ApS 2011.

Page 2 of 2

[e-mail solutions@cpkelco.com](mailto:solutions@cpkelco.com)
www.cpkelco.com

7.1.7 - Genu® Pectin tipo 121 Slow Set

PRODUCT DATA SHEET



A HUBER COMPANY

GENU® pectin type 121 slow set

File no.: 0001064-05

Revision date: January 15, 2011

Description	GENU® pectin type 121 slow set is a high ester pectin extracted from citrus peel and standardized by addition of sucrose				
Features	<ul style="list-style-type: none">• Slow set gelling rate• Low gelling temperature				
Typical applications	High sugar jams with soluble solids of 65-75% High sugar jellies with soluble solids of 65-75%				
Typical Use Level	0.3 – 1.0%				
Standard packaging	Packed in 25 kg paper bags. All packaging material complies with FDA and EU food contact legislation.				
Regulatory Compliance	The hydrocolloid(s) in question complies with current purity criteria according to <ul style="list-style-type: none">• Food Chemicals Codex• FAO/JECFA specifications• EU directive Further details appear from: <table><thead><tr><th><u>GENU publication</u></th><th><u>Title</u></th></tr></thead><tbody><tr><td>Product Specification 0000001</td><td>Purity Specifications for pectin</td></tr></tbody></table>	<u>GENU publication</u>	<u>Title</u>	Product Specification 0000001	Purity Specifications for pectin
<u>GENU publication</u>	<u>Title</u>				
Product Specification 0000001	Purity Specifications for pectin				
Labeling information	GENU® pectin type 121 slow set E440 Pectin standardized with sucrose, CAS: 9000-69-5, 57-50-1 For manufacture of foodstuffs and not for retail sale.				

www.cpkelco.com

Página 1 de 2

GENU® pectin type 121 slow set

File no.: 0001064-05

Revision date: January 15, 2011

Specifications	Property	Specification	Method
	pH of 1% solution	2.9 – 3.6	0006041
	Loss on drying, %	Not more than 12.0	0006042
	*HM-SAG, grade USA-SAG	145 - 155	0101001

*Functional Property for the product

Functional property:

Functional property is guaranteed 365 days (12 months) from date of manufacture, when stored in a roofed and well ventilated area in the unopened original package.

If date of use is after the Functionality guarantee date but within Shelf Life/Best Before date the product can still be used but functionality may have changed slightly.

- Others characteristics**
- Texture free-flowing powder
 - Particle size less than 1% gum on a 0.250 mm test sieve
 - Colour cream to light tan
 - Essentially flavourless, free from off-flavours and odours
 - Degree of esterification not specified, typically 58%

Shelf life/Best Before When stored in a roofed and well ventilated area in the unopened original package, the product may be stored up to 1095 days (36 months) from date of manufacture.

Shelf Life/Best Before period is based on purity and identity specifications and is the guaranteed period through which we guarantee that the products are in compliance with the purity and identity criteria defined in the regulatory compliance section.

Documentation Test methods and Nutritional Data Profiles are available upon request. CP Kelco reserves the right to use company test methodology.

Production facilities Possible production facilities of CP Kelco:
CP Kelco, Grossenbrode, Germany
CP Kelco, Limeira, Brazil - e-mail: cpkelcobrasil@cpkelco.com
CP Kelco, Lille Skensved, Denmark

The information contained herein is, to our best knowledge, true and accurate, but all recommendations or suggestions are made without guarantee, since we can neither anticipate nor control the different conditions under which this information and our products are used. Each manufacturer should evaluate their final products to determine compliance with all relevant federal, state and local regulations. Further we can disclaim all liability with regard to its customers' infringement of third party intellectual property including, but not limited to, patents. We recommend that our customers apply for licenses under any relevant patents. No statement herein or by our employees shall be construed to imply the non-existence of relevant patents nor as a recommendation or inducement to infringe said patents. It is our policy, however, to assist our customers and to help in the solution of particular problems which may arise in connection with applications of our products.

GENU® is a registered trademark of CP Kelco ApS and/or CP Kelco U.S., Inc. and may be registered or applied for in other countries.
© CP Kelco ApS 2001.

Page 2 of 2

[e-mail solutions@cpkelco.com](mailto:solutions@cpkelco.com)
www.cpkelco.com

7.1.8 - Carragena GENUVISO® tipo CSM-2

PRODUCT DATA SHEET



A HUBER COMPANY

GENUVISO® carrageenan type CSM-2

File no.: 0005523-25

Revision date: January 16, 2011

Description GENUVISO® carrageenan type CSM-2 is a carrageenan standardized with sucrose.

- Features**
- Thickening agent in cold prepared milk dispersion
 - Soluble in milk and water
 - Exhibits viscosity effect almost immediately after dispersion

Typical Applications

- Instant milk products

Typical Use Level 0.05 - 0.6% in the final milk product

Standard packaging Packed in 25 kg paper bags with an inner polyethylene bag. All packaging material complies with FDA and EU food contact legislation.

Regulatory Compliance The hydrocolloid(s) in question complies with current purity criteria according to

- Food and Drug Administration
- FAO/JECFA specifications
- EU directive

Further details appear from:

<u>GENU[®] publication</u>	<u>Title</u>
Product Specification 0000002	Purity specifications for carrageenan

Labeling information GENUVISO® carrageenan type CSM-2

E407 Carrageenan standardized with sucrose CAS: 9000-07-1, 57-50-1

For manufacture of foodstuffs and not for retail sale

www.cpkelco.com

Page 1 of 2

GENUVISCO® carrageenan type CSM-2

File no.: 0005523-25

Revision date: January 16, 2011

Specifications	Property	Specification	Method
	pH (0.5% solution)	7.0 - 10.0	0006047
	Loss on drying, %	<=12.0	0006048
	* Instant viscosity index (A),%	90 - 110	0302039
	Aerobic plate count, CFU/g	<=5000	0800001
	Yeast and Mould, CFU/g	<=200	0800002

*Functional Property for the product

Functional property:

Functional property is guaranteed 365 days (12 months) from date of manufacture, when stored in a roofed and well ventilated area in the unopened original package.

If date of use is after the Functionality guarantee date but within Shelf Life/Best Before date the product can still be used but functionality may have changed slightly.

- Other characteristics**
- Must be blended with at least 5 parts of sugar to ensure good dispersion in the milk
 - Texture free-flowing powder
 - Particle size less than 3% gum on a 0.075 mm test sieve (DIN 80, 200 US mesh)
 - Colour cream to light tan
 - Essentially flavourless, free from off-flavours and odours

Shelf life / Best before When stored in a roofed and well ventilated area in the unopened original package, the product may be stored up to 1095 days (36 months) from date of manufacture.

Shelf Life/Best Before period is based on purity and identity specifications and is the guaranteed period through which we guarantee that the products are in compliance with the purity and identity criteria defined in the regulatory compliance section.

Documentation Test methods and Nutritional Data Profiles are available upon request. CP Kelco reserves the right to use company test methodology.

Production facilities Possible production facilities of CP Kelco:
CP Kelco, Cebu, Philippines
CP Kelco, Lille Skensved, Denmark

The information contained herein is, to our best knowledge, true and accurate, but all recommendations or suggestions are made without guarantee, since we can neither anticipate nor control the different conditions under which this information and our products are used. Each manufacturer should evaluate their final products to determine compliance with all relevant federal, state and local regulations. Further we can disclaim all liability with regard to its customers' infringement of third party intellectual property including, but not limited to, patents. We recommend that our customers apply for licenses under any relevant patents. No statement herein or by our employees shall be construed to imply the non-existence of relevant patents nor as a recommendation or inducement to infringe said patents. It is our policy, however, to assist our customers and to help in the solution of particular problems which may arise in connection with applications of our products.

GENUVISCO® is a registered trademark of CP Kelco ApS and/or CP Kelco U.S., Inc. and may be registered or applied for in other countries.
© CP Kelco ApS 2001.

Page 2 of 2

e-mail solutions@cpkelco.com
www.cpkelco.com

7.1.9 Carragena GENULACTA® tipo K-100

PRODUCT DATA SHEET



GENULACTA® carrageenan type K-100

File no.: 0003300-34

Revision date: January 16, 2011

Description GENULACTA® carrageenan type K-100 is a carrageenan standardized with sucrose.

- Features**
- Stabilizing agent for chocolate milk
 - Uniform suspension of cocoa particles
 - Prevention of separation

Typical Applications • Chocolate milk

Typical Use Level 0.025% in the final chocolate milk

Standard packaging Packed in 25 kg paper bags. All packaging material complies with FDA and EU food contact legislation.

Regulatory Compliance The hydrocolloid(s) in question complies with current purity criteria according to

- Food and Drug Administration
- FAO/JECFA specifications
- EU directive

Further details appear from:

<u>GENU® publication</u>	<u>Title</u>
Product Specification 0000002	Purity specifications for carrageenan

Labeling information GENULACTA® carrageenan type K-100

E407 Carrageenan standardized with sucrose CAS: 9000-07-1, 57-50-1

For manufacture of foodstuffs and not for retail sale

www.cpkelco.com

Page 1 of 2

GENULACTA® carrageenan type K-100

File no.: 0003300-34

Revision date: January 16, 2011

Specifications	Property	Specification	Method
	pH (0.5% solution)	7.0 - 10.0	0006047
	Loss on drying, %	<=12.0	0006048
	* Viscosity (100 mg), cps	25 - 35	0303110
	Aerobic plate count, CFU/g	<=5000	0800001
	Yeast and Mould, CFU/g	<=200	0800002

*Functional Property for the product

Functional property:

Functional property is guaranteed 730 days (24 months) from date of manufacture, when stored in a roofed and well ventilated area in the unopened original package.

If date of use is after the Functionality guarantee date but within Shelf Life/Best Before date the product can still be used but functionality may have changed slightly.

- Other characteristics**
- Texture free-flowing powder
 - Particle size less than 3% gum on a 0.250 mm test sieve (DIN 24, 60 US mesh)
 - Colour cream to light tan
 - Essentially flavourless, free from off-flavours and odours

Shelf life / Best before When stored in a roofed and well ventilated area in the unopened original package, the product may be stored up to 1095 days (36 months) from date of manufacture.

Shelf Life/Best Before period is based on purity and identity specifications and is the guaranteed period through which we guarantee that the products are in compliance with the purity and identity criteria defined in the regulatory compliance section.

Documentation Test methods and Nutritional Data Profiles are available upon request. CP Kelco reserves the right to use company test methodology.

Production facilities Possible production facilities of CP Kelco:
CP Kelco, Cebu, Philippines
CP Kelco, Lille Skensved, Denmark

The information contained herein is, to our best knowledge, true and accurate, but all recommendations or suggestions are made without guarantee, since we can neither anticipate nor control the different conditions under which this information and our products are used. Each manufacturer should evaluate their final products to determine compliance with all relevant federal, state and local regulations. Further we can disclaim all liability with regard to its customers' infringement of third party intellectual property including, but not limited to, patents. We recommend that our customers apply for licenses under any relevant patents. No statement herein or by our employees shall be construed to imply the non-existence of relevant patents nor as a recommendation or inducement to infringe said patents. It is our policy, however, to assist our customers and to help in the solution of particular problems which may arise in connection with applications of our products.

GENULACTA® is a registered trademark of CP Kelco ApS and/or CP Kelco U.S., Inc. and may be registered or applied for in other countries.
© CP Kelco ApS 2001.

Page 2 of 2

e-mail solutions@cpkelco.com
www.cpkelco.com

7.1.10 Goma Xantana tipo Keltrol® RD

PRODUCT DATA SHEET



KELTROL® RD XANTHAN GUM

Document No.: 108-X

Effective Date: 04 Apr 2012

Description	KELTROL RD is a 14-mesh agglomerated food-grade xanthan gum suitable for incorporation into food preparations where problems with poor dispersion capabilities preclude the use of standard 80-mesh grades. This is a clarified grade of xanthan gum. KELTROL RD is suitable for use in food preparations in, amongst other regions, the USA, and the European Union. (Refer to Regulatory Information Section below)
Features	<ul style="list-style-type: none">• agglomerated product that exhibits delayed hydration relative to standard 80-mesh grades of xanthan gum due to its larger particle size• can hydrate fully in hot or cold water, even in systems with minimal agitation• yields clear solutions• contains little-to-no dust
Benefits	<ul style="list-style-type: none">• provides excellent suspension for insoluble solids and oil droplets• disperses in the aqueous phase of formulations without use of dispersants such as sugar or oil, which can be beneficial in low-solids or low-oil formulations• can be used in systems where high-shear mixing is not available or would damage the end product (e.g., would destroy large particles, like pickles, or would incorporate undesirable air into the product)• facilitates mixing and pumping during food formulation preparation by delaying viscosity development, while still achieving full functionality prior to packaging• can be used in applications that require high clarity (e.g., beverages)• reduces dust exposure, which minimizes industrial hygiene issues, slipping hazards, and improves general housekeeping
Typical Applications	<ul style="list-style-type: none">• processed beverages• salad dressings & sauces• relishes
Typical Use Level	KELTROL RD xanthan gum is typically used at a level of 0.05 - 0.5 wt%.
Dispersion/Hydration	KELTROL RD xanthan gum will disperse easily in hot or cold water without the need for high shear mixing or a dispersant. However, hydration time will be longer than standard KELTROL® grades due to the larger particle size of KELTROL RD .
Standard Packaging	Packed in 20-kg multiwalled, valve-filled bags. All packaging materials comply with relevant UK, EU, and United States food contact legislation.
Ingredient/Labeling	KELTROL RD xanthan gum Food grade xanthan gum, CAS: 11138-66-2; E415 For use as a stabilizer, thickener, or emulsifier Kosher approved; Halal approved
Regulatory Information	Xanthan gum complies with requirements contained in the following regulations and standards: <i>Food Chemicals Codex</i> , 21 CFR § 172.695 (USA), <i>Canadian Food and Drug Law</i> (Item X.1, Table IV), JECFA, the purity criteria in the current EC Directive, 1829/2003/EC, and <i>Japan's Specifications and Standards for Food Additives</i> .
Storage Conditions/ Shelf Life	Store in a roofed and well-ventilated area in the unopened original package. Functional properties of the product are guaranteed to conform with the stated sales specifications for 1095 days from the date of manufacture when stored under these conditions. Product quality should be re-evaluated prior to use if this "Best Before" date has been exceeded.
Quality System	Manufactured according to a Quality System registered to ISO 9001:2008.

KELTROL® RD XANTHAN GUM

Document No.: 108-X
Effective Date: 04 Apr 2012

Specifications

Testing to the following specifications is conducted on every product lot.

<u>Property</u>	<u>Requirement</u>	<u>Test Method</u>
Particle Size	Tyler Standard Screen Scale	KTM004
- 14 mesh (1.18 mm)	Not less than 98% through	
- 80 mesh (180 µm)	Not more than 12% through	
Loss on Drying	8.0 – 15.0%	KTM003
Powder Color	Not less than 71	KTM006
Appearance	White to tan, uniform in appearance	
Viscosity		
- 1% gum in 1% KCl (60 rpm)	Not less than 1250 mPa · s (cP)	KTM017
- 0.25% gum in STW (3 rpm)	600 – 1100 mPa · s (cP)	KTM091
Solution pH		KTM005
- 1% gum in DI water	For information only	
- 0.25% gum in Synthetic Tap Water	For information only	
Transmittance		KTM087
- 1% gum in DI water (600 nm)	Not less than 85%	
Isopropyl Alcohol*	Not more than 500 mg/kg (ppm)*	KTM520
Bacteria**	Not more than 2,000 cfu/g	KTM800
Yeast	Not more than 100 cfu/g	KTM803
Mold	Not more than 100 cfu/g	KTM803
Coliform	Negative by Most Probable Number (MPN)	KTM801
<i>Escherichia coli</i>	Absent in 25 g	KTM802
<i>Salmonella</i> spp.	Absent in 25 g	KTM804

* Not more than 750 ppm for product sold in world areas conforming to FCC

** Total viable mesophilic aerobic count, 48 hr incubation

Specifications – Guaranteed to Comply

Testing to the following specifications is conducted on a skip-lot basis and may not be reported on the Certificate of Analysis. Product is guaranteed by CP Kelco to comply with compendial requirements applicable for each property.

<u>Property</u>	<u>Requirement</u>	<u>Test Method</u>
Viscosity Ratio	1.02 – 1.45	KTM017
Identification	Pass	KTM015
Pyruvic Acid	Not less than 1.5%	KTM524
Total Nitrogen	Not more than 1.5%	KTM516
Assay	4.2 – 5.0% CO ₂	KTM503
	91.0 – 108.0% xanthan gum	
Ash	6.5 – 16.0%	KTM255
Heavy Metals	Not more than 20.0 mg/kg (ppm)	KTM514
Lead	Not more than 2.0 mg/kg (ppm)	KTM514
Arsenic	Not more than 3.0 mg/kg (ppm)	KTM514
Mercury	Not more than 1.0 mg/kg (ppm)	KTM514
Cadmium	Not more than 1.0 mg/kg (ppm)	KTM514
<i>Staphylococcus aureus</i>	Absent in 1.0 g	KTM806
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Absent in 1.0 g	KTM807
<i>Xanthomonas campestris</i>	No viable cells	KTM826

METHODS OF TESTING (For test methods not listed, follow the applicable compendium. Full details of test methods are available upon request)

Particle Size (KTM004)

Shake 50 g product on 14 and 80 mesh (1.18 mm and 180 µm) Tyler Standard Screens for 2 minutes using a Cenco-Meinzer sieve shaker.

Loss on Drying (KTM003)

Spread 3-5 g product evenly on a tared weighing pan and weigh accurately. Dry in an oven at 105°C for 2½ hours. Cool in a desiccator and reweigh.

Powder Color (KTM006)

Test method is available upon request.

Appearance

Qualitative evaluation.

Viscosity**1% gum in 1% KCl (KTM017)**

Slowly add a dry blend of 2.5 g product and 2.5 g KCl to 245 mL deionized water in a 400-mL beaker while stirring at 800 rpm using a low-pitched propeller-type stirrer. After stirring for 2 hours at 800 rpm, adjust the temperature of the solution to 25°C (77°F), and measure the viscosity using the LV model of the Brookfield viscometer at 60 rpm with a #3 LV spindle.

0.25% gum in Synthetic Tap Water (KTM091)

Slowly add 0.75 g product to 298 mL Synthetic Tap Water (deionized water containing 1000 ppm NaCl and 147 ppm CaCl₂·2H₂O) in a 400-mL beaker while stirring at 800 rpm using a low-pitched, propeller-type stirrer. Add 1.0 mL of 0.125N NaOH. After stirring for 2 hours, adjust the temperature to 25°C (77°F), and allow to sit undisturbed for 30 minutes. Do not stir. Measure the viscosity using an LV model of the Brookfield viscometer with a #1 LV spindle at 3 rpm after allowing the spindle to rotate for 3 minutes.

Solution pH (KTM005)**1% Gum in DI Water**

Slowly add 3 g product to 297 mL deionized water in a 400-mL beaker while stirring at 800 rpm using a low-pitched, propeller-type stirrer. After stirring for 30 min, measure the pH of this solution using a pH meter.

0.25% Gum in Synthetic Tap Water

Slowly add 0.75 g product to 299 mL Synthetic Tap Water (deionized water containing 1000 ppm NaCl and 147 ppm CaCl₂·2H₂O) in a 400-mL beaker while stirring at 800 rpm using a low-pitched, propeller-type stirrer. After stirring for 2 hours measure the pH of this solution using a pH meter.

Transmittance (KTM087)

Slowly add 2 g product to 198 mL deionized water in a 400-mL beaker while stirring at 800 rpm using a low-pitched, propeller-type stirrer. After stirring for 2 hours, centrifuge the solution at 3,000-4,000 rpm for 10 minutes. Measure the transmittance using a Bausch and Lomb Spectronic 215, or other suitable spectrometer, at 600 nm. Use deionized water as the 100% transmittance standard.

NOTE: CP Kelco reserves the right to use company test methodology.

The information contained herein is, to our best knowledge, true and accurate, but all recommendations or suggestions are made without guarantee, since we can neither anticipate nor control the different conditions under which this information and our products are used. Each manufacturer should evaluate their final products to determine compliance with all relevant federal, state and local regulations. Further we can disclaim all liability with regard to its customers' infringement of third party intellectual property including, but not limited to, patents. We recommend that our customers apply for licenses under any relevant patents. No statement herein or by our employees shall be construed to imply the non-existence of relevant patents or as a recommendation or inducement to infringe said patents. It is our policy, however, to assist our customers and to help in the solution of particular problems which may arise in connection with applications of our products.

KELTROL® is a registered trademark of CP Kelco ApS and/or CP Kelco U.S., Inc. and may be registered or applied for in other countries.
© CP Kelco ApS 2003

www.cpkelco.com



e-mail: solutions@cpkelco.com

The Americas

CP Kelco
800-535-2687 phone
678-247-2752 fax

Europe/Middle East/Africa

CP Kelco France SARL
+33 (0) 1 49 03 78 00 phone
+33 (0) 1 49 03 78 29 fax

Asia Pacific

CP Kelco Singapore Pte. Ltd.
+65 6491 9100 phone
+65 6491 9101 fax

7.1.11- Goma Xantana tipo Keltrol® 521

PRODUCT DATA SHEET



KELTROL® 521 XANTHAN GUM

Document No.: 530-IX

Effective Date: 01 Nov 2011

Description	KELTROL 521 is an 80-mesh food-grade xanthan gum suitable for use in food preparations and personal care applications. KELTROL 521 is a free-flowing powder, with low dusting characteristics, designed to hydrate more effectively than conventional food-grade xanthan products under typical plant mixing conditions.
Features	<ul style="list-style-type: none">• imparts high solution viscosity at low gum concentrations• has pseudoplastic rheology profile (e.g., is shear thinning)• exhibits little solution viscosity change over a wide temperature range• compatible with and stable in solutions containing high salt concentrations• soluble and stable in both acid and alkaline conditions• exhibits synergistic increase in viscosity when used with guar and locust bean gum• free-flowing; low dusting; has improved dispersibility over standard xanthan gum
Benefits	<ul style="list-style-type: none">• provides excellent suspension for insoluble solids and oil droplets• provides freeze-thaw stability• exhibits low viscosity while processing (e.g., pumping)• fully recovers viscosity after shearing• reduces dust exposure, which minimizes industrial hygiene issues, slipping hazards, and improves general housekeeping
Typical Applications	<ul style="list-style-type: none">• sauces and dressings• frozen and instant desserts• fruit preparations• dry mix bakery products
Typical Use Level	KELTROL 521 xanthan gum is typically used at a level of 0.05 - 0.5 wt%
Dispersion/ Hydration	KELTROL 521 xanthan gum will hydrate in most water-based systems because it is completely soluble in both hot and cold water. Solutions are usually made by sifting dry KELTROL 521 into water with sufficient agitation to bring about a physical separation of the particles. If dispersion is a problem, KELTROL 521 can be pre-dispersed with either a water miscible non-solvent, such as a glycol or a low molecular weight alcohol, or vegetable oil prior to being added to the water phase. Alternatively, KELTROL 521 xanthan gum can be dry mixed with a powder such as sugar before dispersion in the aqueous phase.
Standard Packaging	Packed in 25-kg multiwalled, valve-filled bags. All packaging material complies with relevant UK, EU and US food contact legislation.
Ingredient/ Labeling	KELTROL 521 xanthan gum Food grade xanthan gum, CAS: 11138-66-2; E415 For use as a stabilizer, thickener, or emulsifier Kosher approved; Halal approved
Regulatory Information	Xanthan gum complies with requirements contained in the following regulations and standards: <i>Food Chemicals Codex</i> , 21 CFR § 172.695 (USA), <i>Canadian Food and Drug Law</i> (Item X.1, Table IV), JECFA, the purity criteria in the current EC Directive, 1829/2003/EC, and <i>Japan's Specifications and Standards for Food Additives</i> .
Storage Conditions/ Shelf Life	Store in a roofed and well-ventilated area in the unopened original package. Functional properties of the product are guaranteed to conform with the stated sales specifications for 1095 days from the date of manufacture when stored under these conditions. Product quality should be re-evaluated prior to use if this "Best Before" date has been exceeded.
Quality System	Manufactured according to a Quality System registered to ISO 9001:2008.

KELTROL® 521 XANTHAN GUM

Document No.: 530-IX

Effective Date: 01 Nov 2011

Specifications

Testing to the following specifications is conducted on every product lot.

<u>Property</u>	<u>Requirement</u>	<u>Test Method</u>
Particle Size	Tyler Standard Screen Scale	KTM004
- 60 mesh (250 µm)	Not less than 100% through	
- 80 mesh (180 µm)	Not less than 95% through	
Loss on Drying	6 – 14%	KTM003
Powder Color	Not less than 71	KTM006
Appearance	White to tan, uniform in appearance	
Viscosity		KTM017
- 1% gum in 1% KCl (60 rpm)	1300 – 1700 mPa · s (cP)	
Solution pH		
- 1% gum in DI water	For information only	KTM005
- 0.25% gum in Synthetic Tap Water	For information only	
Isopropyl Alcohol*	Not more than 500 mg/kg (ppm)*	KTM520
Bacteria**	Not more than 2,000 cfu/g	KTM800
Yeast	Not more than 100 cfu/g	KTM803
Mold	Not more than 100 cfu/g	KTM803
Coliform	Negative by Most Probable Number (MPN)	KTM801
<i>Escherichia coli</i>	Absent in 25 g	KTM802
<i>Salmonella spp.</i>	Absent in 25 g	KTM804

* Not more than 750 ppm for product sold in world areas conforming to FCC

** Total viable mesophilic aerobic count, 48 hr incubation

Specifications – Guaranteed to Comply

Testing to the following specifications is conducted on a skip-lot basis and may not be reported on the Certificate of Analysis. Product is guaranteed by CP Kelco to comply with compendial requirements applicable for each property.

<u>Property</u>	<u>Requirement</u>	<u>Test Method</u>
Viscosity Ratio	1.02 – 1.45	KTM017
Identification	Pass	KTM015
Pyruvic Acid	Not less than 1.5%	KTM524
Total Nitrogen	Not more than 1.5%	KTM516
Assay	4.2 – 5.0% CO ₂	KTM503
	91.0 – 108.0% xanthan gum	
Ash	6.5 – 16.0%	KTM255
Heavy Metals	Not more than 20.0 mg/kg (ppm)	KTM514
Lead	Not more than 2.0 mg/kg (ppm)	KTM514
Arsenic	Not more than 3.0 mg/kg (ppm)	KTM514
Mercury	Not more than 1.0 mg/kg (ppm)	KTM514
Cadmium	Not more than 1.0 mg/kg (ppm)	KTM514
<i>Staphylococcus aureus</i>	Absent in 1.0 g	KTM806
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Absent in 1.0 g	KTM807
<i>Xanthomonas campestris</i>	No viable cells	KTM826

KELTROL[®] 521 XANTHAN GUM

Document No.: 530-IX

Effective Date: 01 Nov 2011

METHODS OF TESTING (For test methods not listed, follow the applicable compendium. Full details of test methods are available upon request)

Particle Size (KTM004)

Shake 50 g product on 60 and 80 mesh (250 and 180 μm) Tyler Standard Screens for 10 minutes using a Cenco-Meinzer sieve shaker.

Loss on Drying (KTM003)

Spread 3-5 g product evenly on a tared weighing pan and weigh accurately. Dry in an oven at 105°C for 2½ hours. Cool in a desiccator and reweigh.

Powder Color (KTM006)

Test method is available upon request.

Appearance

Qualitative evaluation.

Viscosity (KTM017)

Slowly add a dry blend of 2.5 g product and 2.5 g KCl to 245 mL deionized water in a 400-mL beaker while stirring at 800 rpm using a low-pitched propeller-type stirrer. After stirring for 2 hours at 800 rpm, adjust the temperature of the solution to 25°C (77°F), and measure the viscosity using the LV model of the Brookfield viscometer at 60 rpm with a #3 LV spindle.

Solution pH (KTM005)

- 1% Gum in DI Water

Slowly add 3 g product to 297 mL deionized water in a 400-mL beaker while stirring at 800 rpm using a low-pitched, propeller-type stirrer. After stirring for 30 min, measure the pH of this solution using a pH meter.

- 0.25% Gum in Synthetic Tap Water

Slowly add 0.75 g product to 299 mL Synthetic Tap Water (deionized water containing 1000 ppm NaCl and 147 ppm $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) in a 400-mL beaker while stirring at 800 rpm using a low-pitched, propeller-type stirrer. After stirring for 2 hours measure the pH of this solution using a pH meter.

NOTE: CP Kelco reserves the right to use company test methodology.

The information contained herein is, to our best knowledge, true and accurate, but all recommendations or suggestions are made without guarantee, since we can neither anticipate nor control the different conditions under which this information and our products are used. Each manufacturer should evaluate their final products to determine compliance with all relevant federal, state and local regulations. Further we can disclaim all liability with regard to its customers' infringement of third party intellectual property including, but not limited to, patents. We recommend that our customers apply for licenses under any relevant patents. No statement herein or by our employees shall be construed to imply the non-existence of relevant patents or as a recommendation or inducement to infringe said patents. It is our policy, however, to assist our customers and to help in the solution of particular problems which may arise in connection with applications of our products.

KELTROL[®] is a registered trademark of CP Kelco ApS and/or CP Kelco U.S., Inc. and may be registered or applied for in other countries.
© CP Kelco ApS 2003

www.cpkelco.com



e-mail: solutions@cpkelco.com

The Americas

CP Kelco
800-535-2687 phone
678-247-2752 fax

Europe/Middle East/Africa

CP Kelco France SARL
+33 (0) 1 49 03 78 00 phone
+33 (0) 1 49 03 78 29 fax

Asia Pacific

CP Kelco Singapore Pte. Ltd.
+65 6491 9100 phone
+65 6491 9101 fax

Page 3 of 3

7.1.12 - GENU® Pectin tipo LM 102-AS

PRODUCT DATA SHEET



GENU® pectin type LM-102 AS

File no.: 0002203-28

Revision date: April 4, 2011

Description	GENU® pectin type LM-102 AS is a partly amidated low ester pectin extracted from citrus peel and standardized by addition of sucrose.				
Features	<ul style="list-style-type: none">• Medium calcium reactivity• Gelling agent				
Typical Applications	<ul style="list-style-type: none">• Low sugar jams/jellies with soluble solids of 30 - 50%				
Typical Use Level	0.3 - 0.8%				
Standard packaging	Packed in 25 kg paper bags. All packaging material complies with FDA and EU food contact legislation.				
Regulatory Compliance	The hydrocolloid(s) in question complies with current purity criteria according to <ul style="list-style-type: none">• Food Chemicals Codex• FAO/JECFA specifications• EU directive <p>Further details appear from:</p> <table><thead><tr><th><u>GENU® publication</u></th><th><u>Title</u></th></tr></thead><tbody><tr><td>Product Specification 0000001</td><td>Purity specifications for pectin</td></tr></tbody></table>	<u>GENU® publication</u>	<u>Title</u>	Product Specification 0000001	Purity specifications for pectin
<u>GENU® publication</u>	<u>Title</u>				
Product Specification 0000001	Purity specifications for pectin				
Labeling information	GENU® pectin type LM-102 AS E440 Amidated pectin standardized with sucrose, CAS: 9000-69-5, 57-50-1 For manufacture of foodstuffs and not for retail sale.				

www.cpkelco.com

Page 1 of 2