

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

HENRIQUE JASTER

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE QUEIJO TIPO *REBLOCHON*
ELABORADO COM LEITE BOVINO DAS RAÇAS HOLANDESA E JERSEY.

PONTA GROSSA
2014

HENRIQUE JASTER

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE QUEIJO TIPO *REBLOCHON*
ELABORADO COM LEITE BOVINO DAS RAÇAS HOLANDESA E JERSEY.

Dissertação de Mestrado apresentada como requisito
à obtenção do título de Mestre em Ciência e
Tecnologia de Alimentos pela Universidade
Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Nogueira

PONTA GROSSA
2014

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

J39 Jaster, Henrique
 Obtenção e caracterização
 físico-química de queijo tipo Reblochon
 elaborado com leite bovino das raças
 Holandesa e Jersey/ Henrique Jaster. Ponta
 Grossa, 2014.
 50f.

 Dissertação (Mestrado em Ciência e
 Tecnologia de Alimentos - Área de
 Concentração: Ciências e Tecnologia de
 Alimentos), Universidade Estadual de Ponta
 Grossa.

 Orientador: Prof. Dr. Alessandro
 Nogueira.

 1.Queijo fino. 2.Geotrichum candidum.
 3.Maturação. 4.Qualidade. I.Nogueira,
 Alessandro. II. Universidade Estadual de
 Ponta Grossa. Mestrado em Ciência e
 Tecnologia de Alimentos. III. T.

CDD: 637.3

TERMO DE APROVAÇÃO

Henrique Jaster

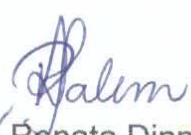
OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO QUEIJO TIPO
REBLOCHON ELABORADO COM LEITE BOVINO DAS RAÇAS HOLANDESA E
JERSEY.

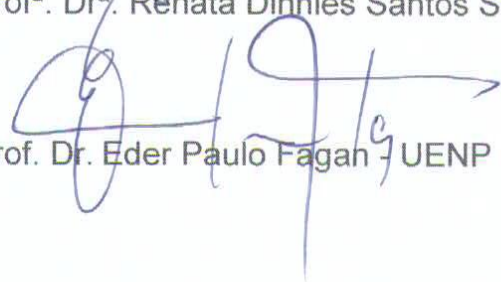
Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Orientador


Prof. Dr. Alessandro Nogueira - UEPG


Prof. Dr. Ivo Mottin Demiate - UEPG


Profª. Drª. Renata Dinnies Santos Salem – UEPG


Prof. Dr. Eder Paulo Fagan - UENP

Ponta Grossa, 23 de janeiro de 2014.

RESUMO

O queijo *Reblochon*, um dos queijos mais importantes na França, apresenta características de aroma e sabor peculiares devido ao processo de maturação pela levedura *Geotrichum candidum*, e vem despertando interesse pelo setor de processamento de queijos finos brasileiros. Porém, existe pouca informação sobre a tecnologia de processamento e características de qualidade desse queijo. Adequar esse produto ao consumidor brasileiro abrange diversas etapas, desde a composição do leite utilizado até a definição de protocolo de fabricação e padrões de qualidade que devem ser definidos no processo de maturação. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar e definir alguns parâmetros de qualidade de queijos tipo *Reblochon*, durante o processo de maturação. Foram utilizados como matéria prima os leites bovinos da raça Holandesa e Jersey. Os resultados demonstram que a umidade permaneceu com teor médio de 50% durante todo o processo de maturação (21 dias). As cinzas ou minerais totais apresentaram concentrações maiores na superfície dos queijos após 14 dias de maturação. A gordura foi em média 5% maior para os queijos elaborados com leite da raça Jersey. Os parâmetros de cor apresentaram uma redução na luminosidade (L) ao longo da maturação e os valores a^* diminuíram na superfície e aumentaram no centro do queijo. A proteólise foi mais acentuada para os queijos da raça Holandesa, e também na superfície de ambos os queijos. A análise de textura mostrou que a dureza, gomosidade e mastigabilidade apresentaram um aumento nos primeiros 7 dias de maturação, decrescendo a partir do 14º dia de maturação. A coesividade e elasticidade apresentaram um decréscimo nos valores em queijos com 21 dias de maturação. Foi observada uma forte correlação entre o tempo de maturação e o NPN ($r=0,87$), a coesividade ($r=-0,86$) e a resiliência ($r=-0,92$). Em relação as características físicas correlacionadas com as físico-químicas, foram encontrados valores significativos para dureza x proteína ($r= 0,85$), elasticidade x tirosina ($r=-0,89$); elasticidade x NPN ($r=-0,96$), coesividade x tirosina ($r=-0,86$), coesividade x NPN ($r= -0,88$), e resiliência x NPN ($r= -0,89$). Desta forma, os resultados indicam parâmetros de qualidade para o queijo tipo *Reblochon*. Fica notório que transformações após os 14 dias de maturação modificam alguns atributos analisados e o produto começa a ter identidade de queijo *Reblochon* indicando o início do seu consumo.

Palavras chave: queijo fino, *Geotrichum candidum*, maturação, qualidade.

ABSTRACT

The *Reblochon*, one of the most important cheeses in France, presents peculiar aroma and flavor characteristics due to the ripening process by the yeast *Geotrichum candidum*, and has attracted interest in Brazilian cheese sector. However, there is just a little information about technology and quality characteristics of *Reblochon* processing. Adjusting the product to consumers in Brazil covers several steps, from the composition of the milk used, until the protocol definition of fabrication and quality standards that must be defined during the ripening process. Thus, the present study aimed to evaluate and define some quality parameters of type *Reblochon* cheese during the ripening process. Bovine milk Holstein and Jersey were used as raw materials for the production of *Reblochon* cheese. The results show that the humidity content remained on average 50% during the whole process of ripening (21 days). The total ash or mineral showed the highest concentrations at the cheese surface after 14 days ripening. The fat was on average 5% higher for the cheeses made with milk from Jersey cows than from Holstein. The color parameters showed a reduced brightness (L) along the ripening and decreased the a^* values at the surface and increased in the center of the cheese. The proteolysis was high on in the cheeses made with milk from Holstein, and also on the surface of both cheeses. Texture analysis showed that the hardness, gumminess and chewiness showed an increase in the first 7 days of ripening and decreased from the 14th day of ripening. The cohesiveness and elasticity decreased in cheeses after 21 days of ripening. A strong correlation between ripening time and NPN ($r = 0.87$), cohesiveness ($r = -0.86$) and resilience ($r = -0.92$) was observed. Elasticity x NPN ($r = -0.96$; regarding the physical characteristics correlated with the physicochemical, were found significant values for Hardness x protein ($r = 0.85$), tirosina x elasticity ($r = -0.89$), tirosina x cohesiveness ($r = -0.86$), cohesiveness x NPN ($r = -0.88$), and Resilience x NPN ($r = -0.89$). Therefore, the results indicate the quality parameters for the *Reblochon* type cheese. Changes after 14 days of ripening modify some analyzed attributes and the product begins to have identity of *Reblochon* cheese indicating the beginning consumption.

Keywords: cheese, *Geotrichum candidum*, maturity, quality.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Sandra Jaster e Armando Jaster, pelo cuidado e apoio, sempre.

Ao meu orientador, Alessandro Nogueira, pelo conhecimento, amizade, confiança e oportunidades de crescimento que me proporcionou.

Ao professor Ivo Mottin Demiate, pelas contribuições dadas ao trabalho.

À equipe da Escola Tecnológica de Leite e Queijos dos Campos Gerais, Grupo de Trabalho sobre Maçã e Programa de Educação Tutorial, pela ajuda primordial para a realização deste trabalho.

Aos alunos de iniciação científica Gabriel Coelho, Leonardo Stadler, Evaldo Potma, Débora Bortolini e Lais Benvenuti que contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos meus amigos que entenderam e me apoiaram quando não tinha tempo para eles.

Às amigas e colegas Anna Carolina Campos, Priscila Judacewski, Aline Alberti, Suelen Avila e Tâmis Pires pela amizade, companheirismo e conselhos durante este período.

A todos os colegas de mestrado pelo apoio.

A Denise Mendes, pela companhia e ajuda preciosa em muitos momentos.

À Capes pela bolsa de estudos concedida.

Enfim, a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	10
2.1 OBJETIVO GERAL.....	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	11
3.1 HISTORIA DO QUEIJO.....	11
3.2 QUALIDADE DO LEITE	12
3.3 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE QUEIJOS	14
3.4 CULTURAS	17
3.5 MATURAÇÃO	19
3.6 O QUEIJO <i>REBLOCHON</i>	21
3.6.1 HISTÓRICO	21
3.6.2 CARACTERÍSTICAS DO QUEIJO TIPO <i>REBLOCHON</i>	21
3.6.3 PROCESSO DE FABRICAÇÃO	23
4 MATERIAL E MÉTODOS	28
4.1 MATERIAL	28
4.2 MÉTODOS	28
4.2.1 PRODUÇÃO DO QUEIJO TIPO <i>REBLOCHON</i>	29
4.2.2 AMOSTRAGEM E PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS	30
4.2.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E ÍNDICE DE MATURAÇÃO DO QUEIJO	31
4.2.4 ANÁLISE DE TEXTURA	32
4.2.5 ANÁLISE DE COR	32
4.2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
5.1 COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA.....	33
5.2 ÍNDICE DE MATURAÇÃO	35
5.3 EFEITO DA MATURAÇÃO NA COR E TEXTURA	37
5.4 CORRELAÇÃO E REGRESSÃO.....	39
6 CONCLUSÃO.....	43
7 REFERÊNCIAS.....	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação básica do fluxograma de processamento de queijo fresco.....	15
Figura 2. (A) (B) Ateliê tecnológico francês de processamento do Queijo Reblochon, elaborados segundo as normas da AOC; (C) (D) culturas lácticas; (E) (F) enformagem; (G) prensagem; (H) desoragem; (I) salga; (J) coloração com urucum; (L) câmaras de maturação; (M) o queijo tipo <i>Reblochon</i>	26
Figura 3. Diagrama de produção do queijo tipo <i>Reblochon</i>	30
Figura 4. Nitrogênio (N) não protéico durante o tempo de maturação.....	35
Figura 5. Teor de nitrogênio ácido solúvel durante a maturação do queijo tipo <i>Reblochon</i>	36
Figura 6. Concentração de Tirosina durante a maturação.	36
Figura 7. Queijos tipo <i>Reblochon</i> com 14 dias de maturação.	38
Figura 8. Gráficos de Correlação Simples de Pearson para as Análises Físico-Químicas, Colorimétrica e de Textura.	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Produção mundial de queijos no período de 2002 a 2011 (x1000 ton).	12
Tabela 2. Requisitos de qualidade do leite.	14
Tabela 3. Resultados da qualidade do leite das raças Jersey e Holandesa em relação ao parâmetros de contagem de células somáticas, gordura, proteína e extrato seco desengordurado.....	33
Tabela 4. Parâmetros físico-químicos dos queijos tipo Reblochon inteiros, fracionados e elaborados com leites das raças bovinas Holandesa e Jersey, durante 21 dias de maturação..	34
Tabela 5. Análise colorimétrica da superfície e centro dos queijos tipo <i>Reblochon</i> elaborados com leites de diferentes raças bovinas.....	37
Tabela 6. Análise instrumental de textura dos queijos tipo <i>Reblochon</i> elaborados com leite de bovinos da raça Holandesa e Jersey.	39
Tabela 7. Matriz de Correlação Simples de Pearson para as Análises Físico-Químicas, Calorimétrica e de Textura dos queijos inteiros.	41

1 INTRODUÇÃO

Na primeira década do século XXI houve um aumento na diversidade e produção de queijos finos maturados no Brasil. Estes novos produtos, com sabores, aromas, texturas e formatos diferentes dos queijos convencionais, estão mudando o cenário e o hábito de consumo de queijos, tanto na forma *in natura* quanto na elaboração ou formulação de alimentos.

Estes queijos não convencionais consistem em uma ótima possibilidade de aumentar a renda familiar ou lucro empresarial por agregarem valor a matéria prima. Em alguns queijos finos o valor por quilograma pode ser cinco vezes superior ao valor de um queijo convencional como o muçarela (US\$ 9.00/Kg), com tempo de fabricação muito semelhantes, porém com detalhes tecnológicos e de conhecimento específico, principalmente com relação aos fenômenos bioquímicos e microbiológicos que ocorrem no período de maturação.

Por ser considerada uma área recente no Brasil, o setor de queijos finos ainda apresenta gargalos tecnológicos durante seu processamento, tais como: (1) conhecimento técnico; (2) tecnologia necessária; (3) adaptação ao gosto do consumidor brasileiro e (4) manutenção do padrão de qualidade. Desta forma, trabalhos de pesquisa voltados a fornecer estas informações são escassos e necessários para o domínio do *savoir faire* destes produtos não convencionais ao público brasileiro. Além disso, os consumidores destes produtos, em função de viagens internacionais e do aumento do poder aquisitivo, experimentam estes queijos nos países de origem e assim se tornam exigentes em relação à qualidade.

Neste cenário, o queijo tipo *Reblochon*, reconhecido como sendo um dos queijos mais importantes na França, vem despertando interesse por suas características únicas. Existe pouca informação nacional e internacional sobre a fabricação desse queijo, portanto a adequação desse produto as condições brasileiras abrange diversas etapas, como a composição do leite utilizado, o processo de fabricação e a maturação para este queijo, que devem ser monitorados e testados a fim de se estabelecer um protocolo de elaboração e de maturação para o queijo tipo *Reblochon* no Brasil.

O presente trabalho teve como objetivo estabelecer o protocolo de fabricação do queijo tipo *Reblochon* produzidos com leite bovino da raça Holandesa e Jersey e avaliar a composição físico química durante o processo de maturação por *Geotricum candidum*.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- *Estabelecer* o protocolo de fabricação e *avaliar* o processo de maturação do queijo tipo *Reblochon*.

2.2 Objetivos Específicos

- *Implantar* o protocolo de fabricação do queijo tipo *Reblochon*;
- *Comparar* aspectos qualitativos dos queijos tipo *Reblochon* produzidos com leite bovino das raças Holandesa e Jersey.
- *Analisar* o efeito da maturação durante o período de 21 dias na composição do queijo tipo *Reblochon*;
- *Estabelecer* o melhor período de maturação para o queijo tipo *Reblochon*.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Historia do queijo

Os queijos são alimentos fermentados, elaborados a partir de leite, com importância nutricional para os homens, destacando-se por sua composição em proteínas de alto valor biológico e cálcio. Além disso, possuem outros nutrientes como lipídios, lactose e vitaminas lipossolúveis (MONTEIRO et al., 2007).

O queijo é consumido na maioria dos países do mundo há no mínimo seis mil anos. Acredita-se ter sido obtido pela primeira vez devido suas características inerentes de transformação, sem ação de elementos estranhos ao leite. Sendo assim, pode ter surgido em várias partes do mundo simultaneamente uma vez que houvesse domesticação de animais mamíferos. Foram descobertos na Europa e no Egito fragmentos de utensílios de leiteria que podem datar de 3000 a.C.. Outra teoria difundida seria que em torno de 10000 a.C., data da domesticação de cabras e carneiros, pastores teriam descoberto as vantagens da separação do leite fermentado em soro e coalhada. Uma vez esgotado e seco se tornaria um alimento simples e nutritivo. Os queijos de leite de vaca surgiram mais tarde devido a domesticação tardia dos bovinos em relação aos ovinos e caprinos (ALBUQUERQUE, 2003; CAVALCANTE, 2004; MASUI & YAMADA, 2005).

No século XXI, todos os países produzem ou podem produzir queijos, sendo isto diretamente ligado a condições de clima, disponibilidade de solo, pastagens, nível cultural e social e até mesmo políticas econômicas.

Na Tabela 1, pode ser observada a evolução de cerca de 15% na produção mundial de queijos, durante o período de 2000 a 2008, segundo a ANUALPEC 2011. Entre os vários países indicados na pesquisa, tradicionais ou não na fabricação de queijos, observa-se que a União Européia concentra a maior produção mundial. Porém, como maior país produtor destacam-se os Estados Unidos, onde a produção é automatizada e em larga escala. Todavia seus queijos apresentam menor requinte e tradição que os queijos franceses (CAVALCANTE, 2004).

No Brasil, o queijo chegou com os portugueses e difundiu-se rapidamente no Nordeste, Sudeste e Sul, no início como indústria caseira de baixa tecnologia. Porém a partir do início do século XXI destaca-se como o 6º maior produtor mundial, sendo Minas Gerais o estado de maior destaque, com cerca de 60% da produção nacional (PENA apud MONTEIRO et al., 2007; EMBRAPA, 2008; ALBUQUERQUE, 2003), apresentando um crescimento de cerca de 44% na produção de queijos entre 2000 e 2008 (Tabela 1). O Brasil é um dos países que mais evoluíram neste setor, juntamente com a Rússia e a Ucrânia.

Tabela 1. Produção mundial de queijos no período de 2002 a 2011 (x1000 ton).

PAÍSES	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
União Europeia*	6.106	6.205	6.481	6.625	6.801	6.760	6.800	6.810	6.970	7.040
Estados Unidos	3.877	3.882	4.025	4.150	4.320	4.435	4.496	4.586	4.720	4.765
Brasil	470	460	470	495	528	580	607	614	648	675
Argentina	370	325	370	400	480	520	525	530	540	550
Rússia	340	335	350	375	405	435	430	400	430	430
Austrália	413	368	389	375	362	360	344	321	335	345
Nova Zelândia	312	301	305	297	292	350	292	308	303	313
Canadá	350	342	345	352	291	308	285	291	297	305
México	138	126	134	143	145	184	188	242	244	247
Ucrânia	129	169	224	274	210	244	249	228	220	205
Japão	34,0	35,0	35,0	39,0	40,0	43,0	47,0	45,0	48,0	55,0
Coreia do Sul	20,0	23,0	24,0	24,0	28,0	24,0	25,0	23,0	22,0	22,0
Algeria	4,0	13,0	13,0	13,0	13,0	3,0	3,0	13,0	13,0	0,0
Filipinas	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Outros Países	6.552	6.633	6.852	7.018	7.048	7.182	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	19.116	19.219	20.019	20.582	20.965	21.430	14.293	14.413	14.792	14.954

Nota: Valor estimado. * União Europeia é composta por 27 países.

Fonte: ANUALPEC 2011.

3.2 Qualidade do leite

Segundo a Instrução Normativa nº51, de 18 de setembro de 2002 modificada pela Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento,

“leite é o produto oriundo da ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas”.

Estes requisitos são essenciais para a produção de leite e de produtos lácteos derivados com qualidade e segurança alimentar.

Devido à sua diversidade de constituintes o leite pode ser considerado (1) uma suspensão coloidal de pequenas partículas de proteínas, (2) uma emulsão de glóbulos de gordura e vitaminas lipossolúveis em suspensão e (3) uma solução verdadeira de lactose, proteínas solúveis em água, sais minerais e vitaminas hidrossolúveis (KOBELITZ, 2008).

A composição química do leite é variável, principalmente com relação ao teor de gordura, conforme o tipo e raça do animal, fase de lactação, época do ano e alimentação. As frações protéicas e lipídicas são importantes para o rendimento de produtos lácteos.

O leite consiste em uma matéria-prima flexível que possibilita a produção de diversos derivados lácteos. No Brasil, essa transformação da matéria-prima é feita, na grande maioria, em laticínios de médio e grande porte. Porém, o leite é produzido, em sua maioria, em pequenas propriedades, tendo, então, que ser transportado até os laticínios beneficiadores de forma adequada para que mantenha a qualidade.

A coleta deste leite necessitou ser modificada a fim de garantir a sua qualidade, passando a ser transportado a granel e refrigerado em vez de serem utilizados latões. Essa mudança aconteceu de maneira efetiva nas regiões Sul e Sudeste, porém quando se faz uso de latões o leite deve chegar o mais rapidamente possível ao laticínio, sendo o tempo máximo de duas horas (MONTEIRO et al., 2007).

O tempo e temperatura de transporte influenciam diretamente nas contagens microbiológicas do leite. Pela Instrução Normativa nº51, de 18 de setembro de 2002 até 1º de julho de 2011 os leites das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste não deveriam apresentar contagem de células somáticas e micro-organismos mesófilos acima de 750.000 células/mL e 750.000 UFC/mL, respectivamente. Nas regiões Norte e Nordeste a legislação é mais permissiva, sendo os limites estabelecidos em 1.000.000 células/mL e 1.000.000 UFC/mL.

A legislação, nas portarias 146/1996, 352 e 371/1997, que compõem os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Produtos Lácteos, do Ministério da Agricultura, fixam a identidade e os requisitos característicos mínimos de qualidade que deverá ter o leite fluido a granel para uso industrial demonstrados na Tabela 2 (PEREIRA, 2001). Através dos parâmetros propostos é possível identificar problemas com a qualidade da matéria-prima, ou ainda fraudes cometidas pelos produtores. Teores de gordura e proteína, e CCS (contagem de

células somáticas) são fatores que vem sendo utilizados em algumas indústrias como estímulos à produção de leite de melhor qualidade, e podem elevar o preço pago por litro como bonificação.

Tabela 2. Requisitos de qualidade do leite.

Acidez (g de ácido láctico/100 mL)	0,14-0,18
Gordura (mínimo)	3,0% (m/v)
Densidade a 15°C	1,028-1,034 g.mL ⁻¹
Extrato seco desengordurado (mínimo)	8,2% (m/m)
Índice crioscópico (máximo)	-0,530°H (-0,512°C)

Fonte: N n° 62, de 30 de dezembro de 2011.

3.3 Processo de fabricação de queijos

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos do Ministério da Agricultura e do Abastecimento define queijo (BRASIL, 1996) como o produto fresco ou maturado obtido por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactéria específica, de ácidos orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes.

Para a produção de queijos de qualidade deve-se escolher matéria-prima de boa procedência, com propriedades físico-químicas e sensoriais adequadas, e obtidas sob condições higiênico-sanitárias. Devem ser controladas as etapas de fabricação, a fim de evitar defeitos e preservar a sanidade do produto. O processamento do queijo segue, basicamente, as etapas descritas na Figura 1.

Na recepção, a matéria-prima é analisada para atestar sua qualidade, evitando que leite com problemas de composição ou contaminação de micro-organismos prejudique a fabricação do queijo (RÉVILLION, 2009). O leite é filtrado e resfriado o mais rápido possível, a fim de conter a multiplicação de bactérias e consequente acidificação (SILVA, 2007). A padronização do leite tem a função de regular o teor de gordura, adequando-o para a produção de cada queijo conforme seus requisitos. Por exemplo, queijos duros, como o parmesão, são

processados com leite com cerca de 2,0% de gordura, já os queijos moles como o *Reblochon* devem ser produzidos com leite com no mínimo 3,2% de gordura.

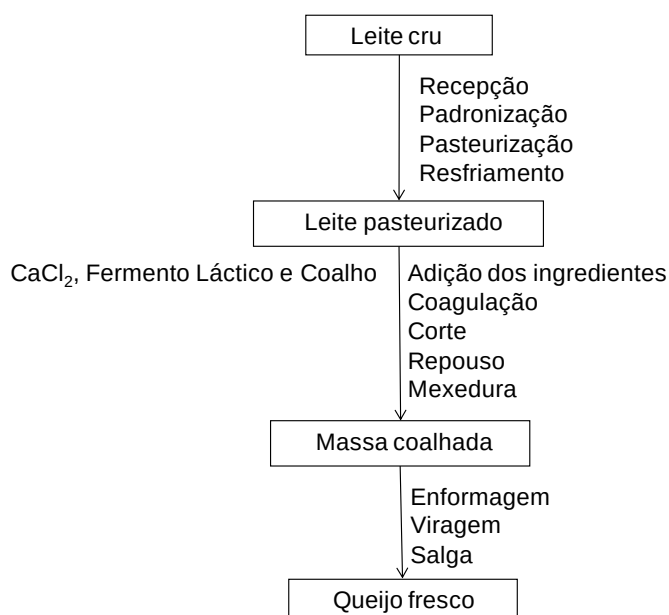


Figura 1. Representação básica do fluxograma de processamento de queijo fresco.

O leite padronizado deve ser pasteurizado para garantir a segurança alimentar do produto e aumentar sua vida-de-prateleira (RIBEIRO, 2001). Esta é uma exigência legal para queijos com até 60 dias de cura no Brasil. Temperaturas excessivamente altas neste processo prejudicam a coagulação, causam modificações no teor de proteínas solúveis, dificultam a dessoragem do coágulo e alteram o equilíbrio do fosfato de cálcio, insolubilizando parte dos sais minerais, sendo necessária a reposição do cálcio na forma de cloreto de cálcio, na proporção de 0,4 mL.L⁻¹ de CaCl₂ 50g.100g⁻¹. Concentrações maiores podem resultar em gosto amargo no queijo (CAVALCANTE, 2004; FURTADO, 1991). Devido as alterações no leite pelo aquecimento, é recomendada a pasteurização lenta (60°C/30min.) para a produção de queijos (FURTADO, 1991).

O leite pasteurizado é resfriado à temperatura de coagulação para produção de queijo, entre 32 a 34 °C e então é adicionada a cultura láctica específica para o queijo desejado, cloreto de cálcio e o coalho. As culturas aplicadas na fabricação de queijos podem ser classificadas com base na sua função, temperatura de crescimento ou composição. Culturas

primárias e secundárias utilizadas em conjunto proporcionam ao queijo características particulares a cada variedade (NATH, 1992). Suas funções principais são a produção de ácido láctico a partir da lactose do leite e modificações bioquímicas durante a maturação. (PARENTE & COGAN, 2004). Além disso, fornecem outros benefícios à fabricação de queijos, como firmeza ao coágulo, influenciando diretamente no rendimento da produção; redução do pH, prevenindo o desenvolvimento de outros micro-organismos contaminantes ou patogênicos e produção de baixo potencial oxidorrredutor, necessário para o desenvolvimento de aromas em alguns queijos (RIBEIRO, 2001).

Essas bactérias estão presentes no leite, porém, com o processo de pasteurização, são eliminadas juntamente com os micro-organismos indesejados, portanto devem ser adicionadas para a produção de queijo. Estas culturas selecionadas devem estar ativas no momento do inóculo e podem estar nas formas líquida e DVS (*direct vat set*). (MUNK, 1997; RIBEIRO, 2001).

Com a adição da enzima coagulante, a κ -caseína que estabiliza a micela é rompida entre os aminoácidos fenilalanina 105 - metionina 106, provocando a liberação das frações α S1, α S2 e β -caseína que ligam-se com os íons cálcio, pois são sensíveis a eles por serem altamente fosfatadas, formando o paracaseinato de cálcio, originando a coalhada (HORNE & BANKS, 2004). A coagulação pode também ser “ácida”, quando as micelas de caseína são desestabilizadas devido aos ácidos produzidos pela cultura láctica. Estes reduzem o pH do meio até o ponto isoeletrico da caseína, aproximadamente 4,6 a 20°C. Assim, quando a proteína apresenta maior insolubilidade devido a igualdade das cargas ocorre a precipitação pelo aumento da massa molar.

O coágulo obtido possui características físico-químicas e reológicas frágeis, não permitindo a prensagem da massa e esta retém muito mais umidade (RIBEIRO, 2001; HORNE & BANKS, 2004; KOBLITZ, 2008; RÉVILLION, 2009).

Quando a massa atinge o “ponto de corte” é fracionada em grãos com liras verticais e horizontais com fios de aço inox com espaçamento de diferentes tamanhos, entre 0,5 e 3 centímetros, dependendo do grau de umidade desejado para o queijo, o que permite maior exsudação do soro, facilitando a dessoragem (FURTADO, 1991; RIBEIRO, 2001; MONTEIRO, 2007). O ponto de corte é observado pelo fácil desprendimento da massa da parede do tanque de coagulação, ou por meio de corte com faca, apresentando corte retilíneo e não quebradiço (SILVA, 2005). Para atingir o tamanho de corte ideal para o queijo desejado

os grãos são agitados para proporcionar a dessoragem da massa. Este ponto é determinado em função da umidade que se deseja para o queijo (RIBEIRO, 2001; SILVA, 2005).

A massa coagulada é, então, acondicionada em formas do formato específico de cada queijo para dessoragem, coesão dos grãos e moldagem. As viragens do queijo na forma são necessárias para prensagem homogênea ou, em caso de queijos não prensados, para melhor dessoragem (FOUCHER, 1999; RIBEIRO, 2001). O processo de salga é realizado após a retirada dos queijos das formas, podendo ser úmida (salmoura), seca, ou diretamente na massa, sendo no Brasil mais realizada salga em salmoura. O tempo de salga depende do tamanho e da quantidade de sal desejada para cada tipo de queijo (CAVALCANTE, 2004). O tamanho e o formato do queijo, o tempo de salga, o teor de umidade, de gordura e pH do queijo; o pH, temperatura, concentração e agitação da salmoura e o teor de cálcio na salmoura afetam a absorção de sal ou perda de queijo durante a salga (FURTADO, 1991). Recomenda-se que os queijos sejam estocados sob refrigeração, visando aumentar sua vida de prateleira, longe de outros produtos que possam transmitir odor ou gosto estranhos, e ainda proteger contra a poeira ou ataque de insetos ou roedores (SILVA, 2005).

3.4 Culturas

As culturas aplicadas na fabricação de queijos podem ser classificadas com base na sua função, temperatura de crescimento ou pela sua composição. Durante a maturação do queijo, a cultura *starter*, juntamente com a microbiota secundária promovem uma série complexa de reações bioquímicas que são vitais para o bom desenvolvimento do sabor e textura (BERESFORD et al., 2001).

Culturas primárias estão envolvidas, principalmente, na produção de ácido láctico a partir de lactose, que ocorre no início da produção de queijo. Por isso, um elevado número de células ativas é adicionado ao leite. No entanto, muitos deles produzem compostos voláteis, por exemplo, diacetil a partir do citrato, que é um componente importante do gosto do queijo fresco, e CO₂ a partir da lactose (espécies heterofermentativas) e do citrato (espécies homofermentativas e heterofermentativas) que contribuem para a textura aberta de alguns queijos (olhaduras) (NATH, 1992, BERESFORD et al., 2001).

O sistemas proteolíticos destas culturas também estão envolvidos no desenvolvimento de aroma e sabor na maturação de queijos. Além disso, através da redução do pH e do

potencial de oxirredução, competem com micro-organismos deteriorantes ou patogênicos e produzem compostos antimicrobianos, o que contribui para a segurança microbiológica do queijo (PARENTE; COGAN, 2004).

As bactérias lácticas envolvidas na transformação da lactose do leite em ácido láctico são chamadas culturas primárias. Estes micro-organismos são denominados de culturas *starters* (iniciadoras), pois iniciam a produção de ácido láctico (PARENTE; COGAN, 2004). As principais espécies envolvidas incluem *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc* sp., *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*, *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* e *Lb. helveticus*, sendo que para cada variedade de queijo é aplicado um tipo ou uma mistura destes micro-organismos (NATH, 1992). As bactérias lácticas são divididas em dois grandes grupos, as mesófilas e as termófilas.

As bactérias mesófilas empregadas como culturas iniciadoras pertencem aos gêneros *Lactococcus* e *Leuconostoc*; no primeiro caso é utilizada para produtos apenas a espécie *Lactococcus lactis*, dividida em duas subespécies *lactis* e *cremoris*. Algumas cepas de *Lactococcus lactis*, são capazes de metabolizar o citrato presente naturalmente no leite produzindo diacetil, responsável pelo aroma em alguns queijos, e dióxido de carbono (CO₂). As bactérias do gênero *Leuconostoc*, têm como principal diferença uma menor produção de ácido láctico; elas fermentam a lactose por vias heterofermentativas, produzindo também CO₂ e etanol. Micro-organismo deste gênero são utilizados em queijos azuis (Gorgonzola, Roquefort e Stilton), pois a grande produção de CO₂ permite a obtenção de queijos de massa aberta, facilitando o desenvolvimento do fungo azulado característico destes queijos (EARLY, 1998).

As bactérias termófilas são amplamente aplicadas na indústria de produtos lácteos, sendo *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* as mais utilizadas, ambas homofermentativas, fermentando a lactose principalmente em lactato e acetaldeído. As bactérias termófilas são mais acidulantes que as bactérias mesófilas, podendo chegar a pH inferior a 4,0 em alguns casos. Em queijos frescos, o ácido láctico produzido pelas culturas iniciadoras proporciona um gosto ácido; em queijos maturados, a redução do pH controla, em parte, a velocidade das reações enzimáticas responsáveis pelo desenvolvimento do sabor e aroma, e também por estabiliza os compostos aromáticos formados durante a maturação. As bactérias termófilas são utilizadas principalmente na produção de iogurte e queijos duros como Parmesão e Emmental (EARLY, 1998).

As culturas secundárias não possuem nenhuma função na produção de ácido. Seu papel principal é produzir mudanças bioquímicas e/ou sensoriais no queijo. Estas incluem leveduras, por exemplo, *Geotrichum candidum*, *Debaryomyces hansenii*, presentes no queijo tipo *Reblochon* e fungos, por exemplo, *Penicillium camemberti* e *Penicillium roqueforti* (PARENTE; COGAN, 2004).

3.5 Maturação

O processo de maturação de queijos envolve uma série de processos bioquímicos, com: proteólise (SOUSA; ARDÖ; MCSWEENEY, 2001), lipólise (COLLINS; MCSWEENEY; WILKINSON, 2003) e glicólise (MCSWEENEY; FOX, 2004). A proteólise é o fenômeno mais complexo que ocorre no queijo. A caseína é quebrada a peptídeos de menor massa molar pela renina presente no coalho, pela plasmina e por outras enzimas que podem estar contidas naturalmente no leite. Os peptídeos formados são posteriormente hidrolisados a peptídeos ainda menores e aminoácidos por proteinases e peptidases provenientes de bactérias iniciadoras ou não iniciadoras e da microbiota secundária (UPADHYAY et al., 2004). Essa característica tem participação no desenvolvimento do sabor e da textura de muitos queijos (FOX, 1989; SOUSA; ARDÖ; MCSWEENEY, 2001). Para a maioria dos queijos, a proteólise é comumente quantificada e caracterizada através dos componentes nitrogenados desenvolvidos nos queijos durante o processo de maturação (FARKEY; FOX, 1990).

As características de textura dos queijos são influenciadas pela proteólise, pois essa promove alterações devido à quebra da rede proteica responsável pela integridade da matriz. A análise do perfil de textura (TPA) assemelha-se a ação de compressão dos dentes molares durante a mastigação, o que possibilita uma previsão de características de textura antes mesmo de o produto ser consumido (DELGADO et al., 2011).

O *Geotrichum candidum* rapidamente metaboliza o ácido láctico presente no queijo a CO_2 e H_2O , causando uma desacidificação, inicialmente na superfície, resultando em um gradiente de concentração da superfície até o centro, assim promovendo a migração do ácido láctico (lactato) do interior para o exterior. Quando o lactato é totalmente consumido, o *Geotrichum candidum* metaboliza proteínas, produzindo NH_3 , que difunde para o interior, aumentando o pH (MCSWEENEY; FOX, 2004).

A redução na concentração de ácido láctico estimula a ação da plasmina, que, juntamente com o coagulante residual, é responsável pela proteólise neste queijo ao invés de proteinases secretadas pelos micro-organismos de superfície, que, apesar de muito potente, tem difusão no queijo em apenas uma medida muito limitada, embora peptídeos de baixo massa molar ou outros compostos produzidos por eles na superfície possam difundir no corpo do queijo (McSWEENEY; FOX, 2004).

Outro mecanismo que contribui para o amolecimento de queijos maturados é a precipitação do fosfato de cálcio na superfície do queijo, ocasionado pela redução da acidez nesta região, isso faz com que haja um gradiente de concentração de fosfato de cálcio no queijo, resultado na difusão do centro para superfície do queijo, desestabilizado assim o rede proteica de caseína, tonando o queijo macio. Além de suavizar a textura, as mudanças na matriz do queijo podem influenciar no gosto, alterando as taxas de migração ou a liberação dos compostos aromáticos (SPINNLER; GRIPON, 2004).

A ação combinada de redução da acidez, precipitação do fosfato de cálcio (que afeta a integridade da rede de proteínas) e proteólise são necessárias para o desenvolvimento do corpo dos queijos (LECLERCQ-PERLAT, 2011).

3.6 O queijo *Reblochon*

3.6.1 Histórico

Embora o *Reblochon* seja produzido nos pastos alpinos desde o século XIII, apenas se ouviu falar dele depois da Revolução Francesa. A razão para o silêncio foi a imposição de tributos. No século XIV, fazendeiros que apascentavam seu rebanho nas pastagens do Alto Savoia foram obrigados a pagar imposto sobre a produção de leite (HARBUTT, 2010).

Para evitar o pagamento, os fazendeiros ordenhavam suas vacas parcialmente na presença do fiscal e completavam a ordenha posteriormente a sua partida. O leite adicional “isento de imposto” era convertido em *Reblochon* – da antiga palavra da Savoia *reblocher*, que significa “reordenhar” – e guardado exclusivamente para o consumo familiar (HARBUTT, 2010).

Depois da Revolução Francesa, o imposto foi suprimido e os fazendeiros iniciaram a venda do queijo. Desde 1976, o *Reblochon* está protegido pelas normas da *Appellation d'origine contrôlée* (AOC) que determinam que o leite seja apenas de vacas nativas *Abondance*, *Tarine* e *Montbéliarde*, adaptadas ao relevo e clima dos Alpes e alimentadas nas pastagens alpinas no verão, e com feno desses mesmos pastos no inverno, uma vez que não é permitido fornecer silagem ou concentrados aos animais. Além disso, o queijo deve ser feito obrigatoriamente com leite não pasteurizado, o que garante que a produção esteja sempre perto da fonte de matéria-prima (HARBUTT, 2010).

3.6.2 Características do queijo tipo *Reblochon*.

O *Reblochon* é o queijo de massa prensada não cozida com textura macia. Consiste no queijo mais produzido na Região de Rhône Alpes (FR) com aproximadamente 20 mil toneladas anuais obtida por 200 produtores artesanais e industriais. O *Reblochon* francês é elaborado com leite de segunda ordenha, devido às diferenças de composição principalmente em relação à gordura, uma vez que é feito com leite integral (MASUI; YAMADA, 2005; FROC, 2006). Este queijo apresenta apelação de origem controlada, desta forma, quando produzido em outras regiões deve levar a palavra “Tipo” antes do nome (AOC desde 1976).

Apresenta formato cilíndrico com casca de espessura fina, regular de coloração amarelo a amarelo-alaranjada, recoberta com um fino micélio branco (*Monillia*). Seu peso oscila entre 440 a 550 gramas, 3,0-3,5 cm de altura, 9-14 cm de diâmetro, sendo produzidas entre 24 a 26 peças por 100 litros de leite (12 a 13 kg /100 litros). A versão pequena do *Reblochon* apresenta 9 cm de diâmetro e 3 cm de altura e o peso varia de 240 a 280g. A massa macia (mole), não cozida, apresenta cor creme, homogênea e untuosa com poucas olhaduras e não elástica (Figura 2M). Deve apresentar no mínimo 45 % matéria seca total (MST) e no mínimo 45 % de matéria gorda (MG) e maturação ou *Affinage* de no mínimo de 15 dias a partir da fabricação (MASUI; YAMADA, 2005; FROC, 2006).

3.6.3 Processo de fabricação.

Segundo a legislação francesa, para produzir o *Reblochon* o leite deve ser fresco, cru e integral e encaminhado ao local de produção logo após a ordenha. A adição de coalho deve ocorrer no máximo 24 horas após a ordenha (AOC, 2012). O inóculo é feito com bactérias láticas termófilas (bactérias do iogurte) *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* na concentração de 0,2-0,3% (Figura 2C); em alguns protocolos são adicionadas também bactérias láticas mesófilas. A microbiota de maturação é a levedura *Geotrichum candidum* reconhecida pelo aroma característico (Figura 2D). O leite deve estar na temperatura de 33 °C e pH 6,60, para adição do coalho (520 mg de quimiosina por litro) para 100 litros de leite. O tempo de reação para a formação do coagulo fica entre 30 a 45 minutos.

O corte da massa deve ser feito em aproximadamente 5 minutos até a obtenção de tamanho semelhante ao grão de trigo ou de milho. A agitação deve ser lenta e contínua na temperatura de 34-36 °C. A massa é mantida em repouso por 10 minutos e durante este tempo a temperatura deve aumentar para 42°C.

A enformagem é realizada com o soro em formas perfuradas de 14 cm de diâmetro e de 6 a 8 cm de altura, contendo dessorador. A prensagem é feita com pesos de 1,5 a 2,0 kg (Figura 2G) (FROC, 2006). A prensagem ocorre durante 90 minutos no processo industrial e 360 minutos no processo tradicional. A prensagem é considerada fraca (10 g/cm²). A primeira viragem ocorre em 30 minutos após a retirada da forma e a segunda após uma hora. O pH após 24 horas não deve ser inferior a 5,10 - 5,15, para que ocorra uma maturação homogênea.

A salga pode ser feita manualmente com sal fino (iodado) ou em salmoura (microfiltrada ou fervida) na densidade de 1,13 à 1,14 (Figura 2I). A salmoura pode ser utilizada por vários meses (para o mesmo tipo de queijo e sob refrigeração) sem tratamento nenhum, porém o monitoramento do pH e da concentração de sal devem ser feitos regularmente. A salmoura pode ser tratada por filtrações a fim de eliminar partículas e células de micro-organismos para conservá-la por um longo tempo. O *Reblochon* é um queijo com pouco sal para não ter uma casca muito dura e espessa e para permitir o desenvolvimento da microbiota de *Geotrichum*, sensível ao sal. A salmoura apresenta 22% de sal e o tempo de salga é de 60 minutos, o que torna o queijo susceptível a contaminação bacteriana.

Após a salga e antes da maturação, ocorre um período de secagem e pré-maturação durante 4 a 8 dias para controlar o desenvolvimento do *Geotrichum* ou *Oidium lactis* (surgimento de micélio branco superficial) através de lavagens com soluções ligeiramente salgadas e contendo *Geotrichum candidum* e com condições de maturação (16-18°C, UR > 95%); as viragens dos queijos devem ser feitas todos os dias. Ao final deste período os queijos são lavados e escovados para eliminar o *graisse* (biomassa gordurosa superficial) e imerso em solução (Figura 2J) de urucum concentrado (FROC, 2006).

Em seguida, quando surge na superfície um micélio branco os queijos são transferidos para uma cava (câmara de maturação) (Figura 2L) com temperatura de 12-14 °C, umidade relativa próxima da saturação para o desenvolvimento do *Geotrichum* denominado industrialmente de *Monilia*. As viragens devem ser feitas a cada dois dias, durante 3 a 4 semanas de maturação (mínimo 15 dias).

Após a maturação, o queijo é encaminhado para a sala de embalagem, onde é adicionada uma fina lamina de madeira (epícea), para controlar a umidade dentro da embalagem (Figura 2M). Se o queijo foi produzido de forma artesanal recebe um selo de caseína (comestível) verde e se for industrial o selo é vermelho (FROC, 2006).



(A)



(B)



(C)



(D)



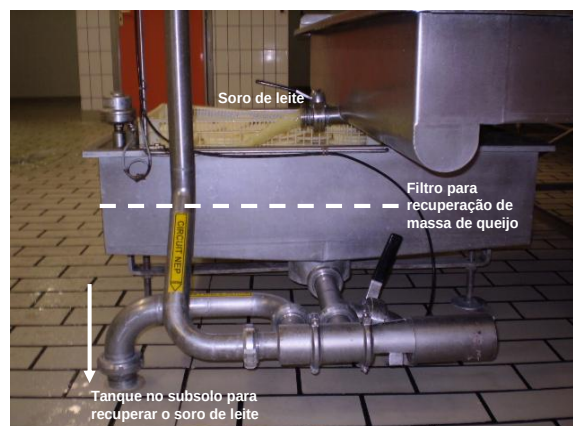
(E)



(F)



(G)



(H)



(I)



(J)



(L)



(M)

Figura 2. (A) (B) Ateliê tecnológico francês de processamento do Queijo Reblochon, elaborados segundo as normas da AOC; (C) (D) culturas lácticas; (E) (F) enformagem; (G) prensagem; (H) desoragem; (I) salga; (J) coloração com urucum; (L) câmaras de maturação; (M) o queijo tipo *Reblochon*.

Fonte: Nogueira, A.

No Brasil não existe um regulamento técnico específico para o queijo tipo *Reblochon* e sua produção é regida pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos, Portaria nº 146 de 07 de março de 1996 do Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Neste regulamento técnico estão classificados os queijos quanto ao tipo de coagulação, tratamento térmico, conteúdo de umidade e gordura e maturação (BRASIL, 2002), no qual o queijo tipo *Reblochon* classifica-se com um queijo maturado de massa crua, gorduroso e macio.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

Foi utilizado leite de vacas da raça Holandesa (100L por experimento) proveniente da Fazenda Escola Capão da Onça da Universidade Estadual de Ponta Grossa, localizada na estrada Ponta Grossa/Itaiacoca, km 7; e leite de vacas da raça Jersey (100L por experimento) fornecido por um produtor da região de Castro, PR 151, km 286 + 600m, sentido oeste. Ambos os leites apresentaram elevada qualidade comprovada por laudos das empresas compradoras do leite (dados não apresentados).

Foram utilizadas culturas lácticas termofílicas (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*) (LH-B02, Chr. Hansen) e cepa de *Geotrichum candidum* (Choozit's 13, Danisco), solução de cloreto de cálcio Coalhopar F-E-B Biotecnologia®, e para coagulação foi aplicado composto enzimático à base de quimosina e pepsina bovina, extraídas do abomaso ou quarto estômago de ruminantes bovinos, purificado e padronizado, comercializado pela Chr. Hansen Ind (HA-LA 2154 IMCU). Cloreto de Sódio utilizado para a salga (sal marinho Cisne).

4.2 Métodos

Para a produção e análise dos queijos foram utilizados a estrutura, os reagentes, os aditivos, os utensílios e os equipamentos da Escola Tecnológica de Leite e Queijos dos Campos Gerais (ETLQueijos), localizada no Departamento de Engenharia de Alimentos (DEA) no *Campus* de Uvaranas da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). A linha de processamento foi limpa e sanitizada utilizando o detergente alcalino (S-100 Premium, Weizur), detergente ácido (Master Acid, Milk Line) e sanitizante (Della-San, DeLaval) respectivamente nas concentrações recomendadas pelos fabricantes, intercaladas por enxágues com água potável; os utensílios e instalações foram previamente lavados com detergente neutro e sanitizados com água clorada a 200ppm.

4.2.1 Produção do queijo tipo *Reblochon*

O protocolo de elaboração do queijo tipo *Reblochon* utilizado nesta pesquisa foi desenvolvido e validado na planta piloto da ETLQueijos. Ambos os leites (raça Holandesa e Jersey) foram tratados termicamente em pasteurizador de placas (Mec Milk -21, Pompéia, São Paulo, Brasil) à 73 °C durante 15 segundos.

O processamento foi feito a partir do leite pasteurizado e resfriado a 34°C de acordo com a Figura 3, com adição de 0,2-0,3% de culturas lácticas termofílicas (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*) (YO-MIX™ 495 LYO 100 DCU, Danisco) e de 0,4 mL.L⁻¹ de cloreto de cálcio (Coalhopar F-E-B Biotecnologia®, Alto Piquiri, Paraná, Brasil). Quando o leite alcançou pH de 6,6 foi adicionado o coalho (HA-LA 2154 IMCU, Chr. Hansen, Brasil, Valinhos, São Paulo) diluído na proporção recomendada pelo fabricante, para que ocorresse a coagulação do leite.

Após a formação da coalhada, a massa foi cortada em cubos de 1,0 cm³, seguida de uma leve agitação por 5 minutos, com um repouso de 25 minutos antes do início da mexedura, com um pequeno aumento de temperatura na massa, próxima a 36 °C, com agitação lenta até obtenção de grãos firmes, que não se quebrem com facilidade. A coalhada foi colocada em formas de 14 cm de diâmetro e 10 cm de altura, com utilização de morim (leve tecido de algodão) para auxiliar a retirada do soro, com prensagem fraca (1,5 a 2,0 Kg por peça) por 6 horas e duas viragens na massa: após meia hora da enformagem e após uma hora. Após a prensagem os queijos foram mantidos nas formas em baixa temperatura (10°C) durante 12 horas, para uma secagem e pré-maturação, sendo que após este processo os queijos foram imersos em salmoura a 20% à 20°C durante uma hora.

Após a salga dos queijos, procedeu-se um breve período de secagem em câmara fria (1 hora) para retirada do excesso de salmoura; foi feita a inoculação por aspersão de uma solução contendo *Geotrichum candidum*, e então foi iniciada a pré-maturação em câmara com controle de umidade (95% UR) e temperatura (16 a 18°C), por cerca de 7 dias; ao final deste período os queijos foram lavados com uma solução levemente salina (9,0 g.L⁻¹ de cloreto de sódio) para o controle do desenvolvimento da “graisse”, uma camada de biomassa de *Geotrichum candidum* com aspecto gorduroso sobre o queijo, e

logo em seguida submerso em um banho de corante urucum (Coalhopar FBE–U70) para colorir a casca.

A utilização de urucum na superfície do queijo é opcional, porém auxilia na coloração característica do queijo *Reblochon*. Este aspecto amarelado não se consegue mais somente com o *Geotrichum candidum*, visto que esta levedura possuía uma coloração natural, mas com o passar dos anos perdeu esta característica, sendo necessária a adição suplementar de urucum (HARBUTT, 2010).

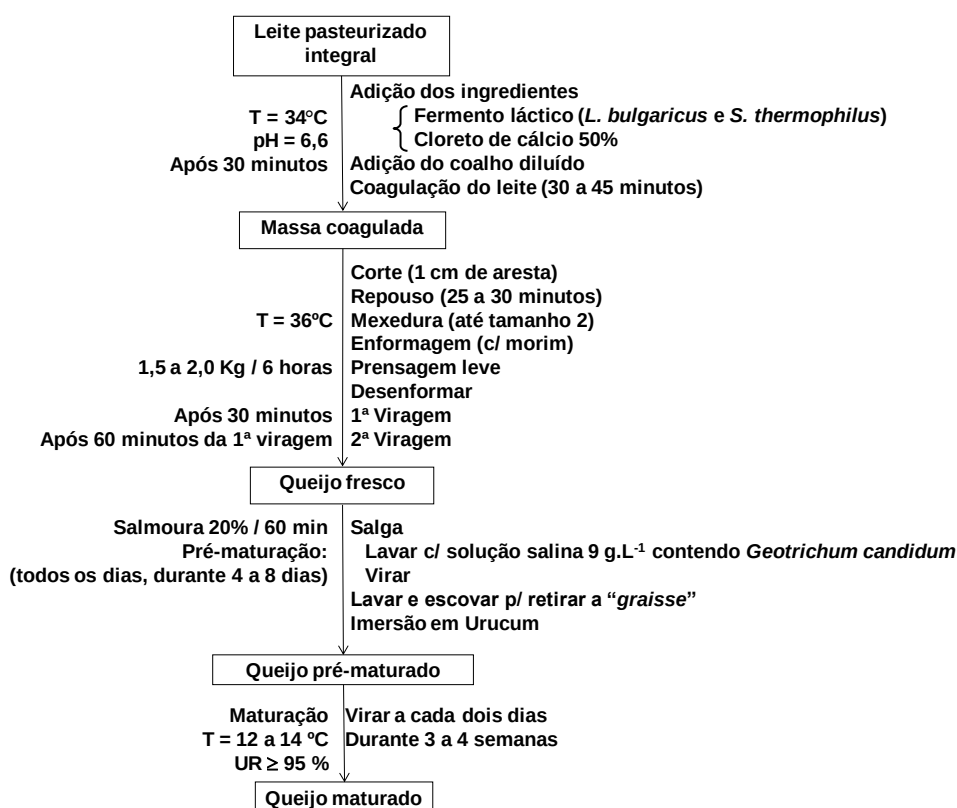


Figura 3. Diagrama de produção do queijo tipo *Reblochon*.

4.2.2 Amostragem e preparação das amostras.

Foram realizados dois experimentos com cada leite (Jersey e Holandesa). Os queijos de cada experimento foram submetidos às análises físico-químicas semanalmente nos dias 0; 7; 14; 21; de maturação. Duas amostras de queijo foram divididas em porções de superfície e centro e outras duas analisadas na totalidade (superfície + centro). A porção “superfície”

corresponde a 10 mm de toda área superficial do queijo e a porção “centro” ao interior abaixo dos 10 mm de casca. As frações separadas foram trituradas em processador de alimentos, homogeneizadas e imediatamente analisadas quanto sua composição físico-química. Todas as análises foram realizadas em triplicata para dois queijos de cada tipo nos dias de análise. As análises instrumentais de cor e textura também foram realizadas em dois queijos de cada experimento, em triplicata para cor e em sextuplicata para textura.

4.2.3 Análises físico-químicas e índice de maturação do queijo

Os queijos foram analisados quanto a: [1] Umidade pelo método gravimétrico de secagem em estufa a 102 °C até peso constante; [2] Cinzas, por incineração em mufla à 525 °C por seis horas; [3] Gordura em butirômetro de Gerber especial para queijo (IAL, 2008); [4] Nitrogênio Total (NT) pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1995); [5] Nitrogênio solúvel em pH 4,6 segundo Barbano et al. (1991); [6] Nitrogênio não protéico (solúvel em TCA 12%) através do método descrito em AOAC 991.21 (AOAC, 1995); [7] Concentração de tirosina e triptofano obtida através de método espectrofotométrico de Vakaleris-Prince (1959); [8] Índice de extensão e profundidade de maturação, calculado por meio das equações 1 e 2, respectivamente (DE RENSIS; PETENATE; VIOTTO, 2009).

$$IEM = \frac{N_{SpH} \times 100}{NT} \quad (\text{Equação 1})$$

$$IPM = \frac{N_{STCA} \times 100}{NT} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

IEM = Índice de extensão de maturação

IPM = Índice de profundidade de maturação

NT = nitrogênio total

N_{SpH} = nitrogênio solúvel em pH 4,6

N_{STCA} = nitrogênio solúvel em ácido tricloroacético a 12%

4.2.4 Análise de textura

O perfil de textura das amostras foi analisado instrumentalmente por texturômetro modelo TA. XT Plus Texture Analyzer (Stable Micro Systems, UK), em seis repetições, utilizando probe cilíndrico P35. Os seguintes parâmetros foram considerados: dureza, coesividade, adesividade, elasticidade, gomosidade, mastigabilidade e resiliência. As amostras foram preparadas e analisadas conforme adaptação do trabalho de Bertolino et al. (2011) em cilindros de 2 cm de diâmetro e 2 cm de altura, submetidos à dupla compressão de 30% do tamanho original à velocidade de $0,8 \text{ mm.s}^{-1}$ a temperatura de 17°C .

4.2.5 Análise de cor

As amostras de queijo foram divididas em duas partes horizontalmente, e a cor da superfície e do centro dos queijos foi medida com colorímetro MiniScan EZ (Hunter Lab, US), calibrado imediatamente antes da análise. Foi utilizada iluminação D65, ângulo 10° . Os parâmetros de cor do sistema CIE L^* , a^* e b^* representam luminosidade, cromaticidade vermelha/verde e amarelo/azul, respectivamente (ROMANI et al., 2002).

4.2.6 Análise estatística

Os resultados das análises dos foram tratados estatisticamente com valores obtidos das seis replicatas de cada análise; foi realizado o de Shapiro-Wilke pra verificar a normalidade dos dados seguido pelo teste de homogeneidade de variâncias pelo método de Levine e análise de variância (ANOVA) para comparação e teste de diferenciação de médias por Fisher a 5% de nível de significância, e análise de correlação de Pearson a 1% utilizando o programa estatístico STATISTICA 7.0.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Composição Físico-Química

Na Tabela 3 estão apresentados os dados de qualidade do leite das raças Jersey e Holandesa utilizados nos experimentos, estes estão em conformidade com os requisitos mínimos fixados pela instrução normativa nº 51 de setembro de 2002 para leite cru resfriado, sendo assim adequados para o processamento de queijos.

Tabela 3. Resultados da qualidade do leite das raças Jersey e Holandesa em relação aos parâmetros de contagem de células somáticas, gordura, proteína e extrato seco desengordurado.

	JERSEY		HOLANDESA	
	1º EXPERIMENTO	2º EXPERIMENTO	1º EXPERIMENTO	2º EXPERIMENTO
CCS* 10 ³ células/ml	264,50 ± 33,16	273,50 ± 18,91	193,67 ± 20,11	355,67 ± 148,18
GORDURA %	4,22 ± 0,06	4,32 ± 0,07	3,78 ± 0,40	3,96 ± 0,28
PROTEÍNA %	3,63 ± 0,03	3,69 ± 0,04	3,17 ± 0,08	3,17 ± 0,06
ESD** %	9,18 ± 0,04	9,28 ± 0,06	8,30 ± 0,18	8,37 ± 0,26

Na Tabela 4 podem ser observados os resultados das análises físico-químicas de queijos tipo *Reblochon* elaborados com leite bovino da raça Holandesa e Jersey, fracionados em superfície (casca), centro e inteiro durante 21 dias de maturação. O teor de **umidade** dos queijos entre o primeiro e vigésimo primeiro dias ficaram em aproximadamente 50%, com variações de 42,8 a 59,5% não havendo diferença significativa entre as raças e entre as frações, sendo estes teores típicos para este tipo de queijos (MARTIN et al., 1997).

O teor de **cinzas** ou **minerais totais**, que é principalmente influenciado pelo processo de salga dos queijos (JUSTUS et al., 2011) e não houve diferença significativa durante o período de 21 dias de maturação, pois em queijos pequenos e úmidos como o queijo tipo *Reblochon* a difusão do cloreto de sódio após a salga é rápida (GEURTS; WALSTRA e MULDER, 1980); apenas foi observado leve aumento nos teores de cinzas na superfície dos queijos após 14 dias de maturação, devido ao ressecamento da superfície, e consequente concentração do sal nesta região.

Os teores de **gordura** não apresentaram diferença significativa durante o período de maturação, porém foram diferentes entre as raças, sendo que os queijos elaborados com leite da raça Jersey apresentaram em média 2,0%; 5,8% e 5,8% a mais de gordura em todas as frações, centro, superfície e no queijo inteiro, respectivamente em relação aos queijos elaborados com leite de bovinos da raça Holandesa (Tabela 4). Isto ocorre devido ao leite da

raça Jersey apresentar maior teor de gordura e proteína que os bovinos da raça Holandesa (CARROLL et al., 2006). Mesmo com os valores de gordura maiores para a raça Jersey, ainda assim é inferior ao queijo *Reblochon* francês que apresenta em média 36% de gordura em sua composição (MARTIN et al., 1997). Os valores de **proteínas** não variaram em relação à raça do animal, nem a fração do queijo, permanecendo em média com valores de 17 a 19% durante a maturação.

Tabela 4. Parâmetros físico-químicos dos queijos tipo Reblochon inteiros, fracionados e elaborados com leites das raças bovinas Holandesa e Jersey, durante 21 dias de maturação.

			Tempo de maturação (dias)				
	Raça	Fração	1	7	14	21	p
Umidade (%)	Holandesa	Centro	59,5 ^{aA} ± 2,57	48,7 ^{bA} ± 1,21	57,3 ^{aA} ± 0,73	57,8 ^{aA} ± 0,66	<0,01
		Superfície	50,0 ^{aBC} ± 1,87	51,7 ^{aA} ± 2,39	50,3 ^{aBC} ± 0,64	42,9 ^{bD} ± 1,41	<0,01
		Inteiro	54,6 ^{aAB} ± 8,78	50,8 ^{aA} ± 0,54	52,2 ^{aAB} ± 3,59	48,4 ^{aC} ± 0,86	0,63
	Jersey	Centro	48,6 ^{aBC} ± 3,24	49,0 ^{aA} ± 3,03	49,7 ^{aBC} ± 4,58	52,1 ^{aB} ± 1,41	0,72
		Superfície	57,3 ^{aAB} ± 1,12	43,5 ^{bB} ± 1,11	47,5 ^{bBC} ± 0,61	46,9 ^{bC} ± 3,19	<0,01
		Inteiro	42,8 ^{cC} ± 1,98	50,0 ^{aA} ± 0,79	43,6 ^{bcC} ± 5,00	49,3 ^{abBC} ± 0,38	0,06
p		0,01	<0,01	0,01	<0,01		
Cinzas (%)	Holandesa	Centro	2,9 ^{aA} ± 0,06	3,0 ^{aA} ± 0,12	2,7 ^{bD} ± 0,07	2,2 ^{cE} ± 0,01	<0,01
		Superfície	2,8 ^{aA} ± 1,04	3,2 ^{aA} ± 0,22	3,9 ^{aA} ± 0,02	3,9 ^{aA} ± 0,14	0,19
		Inteiro	2,6 ^{bA} ± 0,61	3,5 ^{aA} ± 0,04	3,4 ^{aB} ± 0,21	3,7 ^{aA} ± 0,09	0,03
	Jersey	Centro	2,7 ^{aA} ± 0,11	3,4 ^{aA} ± 0,91	2,8 ^{aCD} ± 0,25	2,5 ^{aD} ± 0,02	0,36
		Superfície	2,2 ^{bA} ± 0,10	3,3 ^{aA} ± 0,10	3,1 ^{aBCD} ± 0,11	3,3 ^{aB} ± 0,12	<0,01
		Inteiro	2,7 ^{aA} ± 0,21	2,9 ^{aA} ± 0,01	3,2 ^{aBC} ± 0,33	3,0 ^{aC} ± 0,04	0,16
p		0,79	0,67	<0,01	<0,01		
Gordura (%)	Holandesa	Centro	26,7 ^{aB} ± 1,70	23,0 ^{aD} ± 0,00	24,8 ^{aBCD} ± 2,95	22,0 ^{aC} ± 0,82	0,11
		Superfície	26,0 ^{aB} ± 1,63	24,0 ^{aCD} ± 0,41	23,8 ^{aCD} ± 0,85	23,5 ^{aBC} ± 1,08	0,17
		Inteiro	17,5 ^{bC} ± 0,41	22,8 ^{aD} ± 0,62	23,0 ^{aD} ± 0,00	23,5 ^{aBC} ± 1,78	<0,01
	Jersey	Centro	27,3 ^{aB} ± 1,25	26,0 ^{aBC} ± 2,83	26,5 ^{aABC} ± 0,41	24,7 ^{aB} ± 0,62	0,44
		Superfície	32,7 ^{aA} ± 0,47	30,7 ^{aA} ± 0,47	28,0 ^{dA} ± 0,41	29,3 ^{cA} ± 0,47	<0,01
		Inteiro	28,0 ^{aB} ± 0,82	27,0 ^{aB} ± 0,00	27,2 ^{aAB} ± 0,24	27,8 ^{aA} ± 0,62	0,23
p		<0,01	<0,01	0,01	<0,01		
Proteína (%)	Holandesa	Centro	14,8 ^{cB} ± 0,19	17,7 ^{abA} ± 1,69	15,9 ^{bcA} ± 0,69	19,3 ^{aA} ± 0,26	<0,01
		Superfície	18,4 ^{aA} ± 0,22	19,7 ^{aA} ± 1,80	21,5 ^{aA} ± 5,21	19,1 ^{aA} ± 1,59	0,73
		Inteiro	14,3 ^{bC} ± 0,17	17,9 ^{aA} ± 0,81	18,4 ^{aA} ± 0,19	18,3 ^{aA} ± 2,17	0,02
	Jersey	Centro	18,1 ^{bA} ± 0,14	18,7 ^{bA} ± 0,30	20,1 ^{aA} ± 0,10	18,4 ^{bA} ± 0,86	0,01
		Superfície	13,3 ^{cD} ± 0,28	20,6 ^{bA} ± 0,59	22,2 ^{aA} ± 0,93	21,7 ^{abA} ± 0,49	<0,01
		Inteiro	15,2 ^{cB} ± 0,34	19,6 ^{bA} ± 0,72	21,5 ^{aA} ± 0,47	18,9 ^{bA} ± 0,49	<0,01
p		<0,01	0,15	0,10	0,12		

Nota:^{abc} Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre os tempos de maturação (Teste de Fisher, p < 0,05). ^{ABC} Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as diferentes raças e frações (Teste de Fisher, p < 0,05). p obtido pela Análise de Variância ANOVA.

5.2 Índice de Maturação

Os valores de **nitrogênio não proteico** (Figura 4), **nitrogênio ácido solúvel** (Figura 5) e **tirosina** (Figura 6) fornecem informações sobre a atividade proteolítica nos queijos; observa-se um aumento significativo destes parâmetros com o passar do tempo de maturação. E esta proteólise é causada por três fatores principais, a proteólise causada pela renina presente no coalho adicionado durante a fabricação, que age principalmente sobre a α_{s1} -caseína; a proteólise causada pela plasmina, enzima naturalmente presente no leite, e a proteólise causada pelas proteinases secretadas pelos micro-organismos de superfície.

Observa-se que a proteólise é significativamente maior na superfície do queijo, causada pelas enzimas proteolíticas do *Geotrichum candidum*, e também pelo consumo do ácido láctico deste micro-organismo, que eleva o pH e favorece a ação da plasmina presente no queijo (MCSWEENEY; FOX, 2004). No centro a proteólise apresenta-se menor, pois as enzimas do micro-organismo da superfície não penetram o queijo com facilidade.

As concentrações de tirosina (Figura 6) e nitrogênio ácido solúvel (Figura 5) foram maiores para os queijos produzidos com leite da raça Holandesa; esta raça naturalmente apresenta valores de plasmina mais elevados que a raça Jersey (BASTIAN; BROWN; ERNSTROM, 1990), o que pode explicar uma proteólise maior e mais rápida nos queijos produzidos com leite da raça Holandesa.

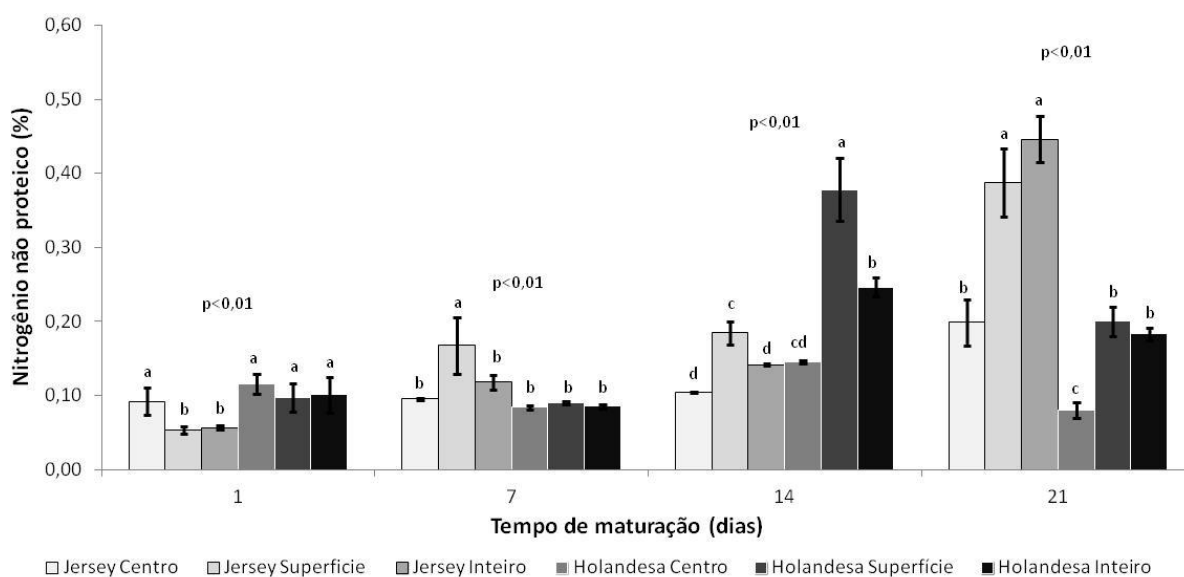


Figura 4. Nitrogênio (N) não protéico durante o tempo de maturação.

Nota: ^{a,b,c} letras diferentes no mesmo dia de maturação indicam diferença significativa entre os queijos analisados (Teste de Fisher, $p < 0,05$).

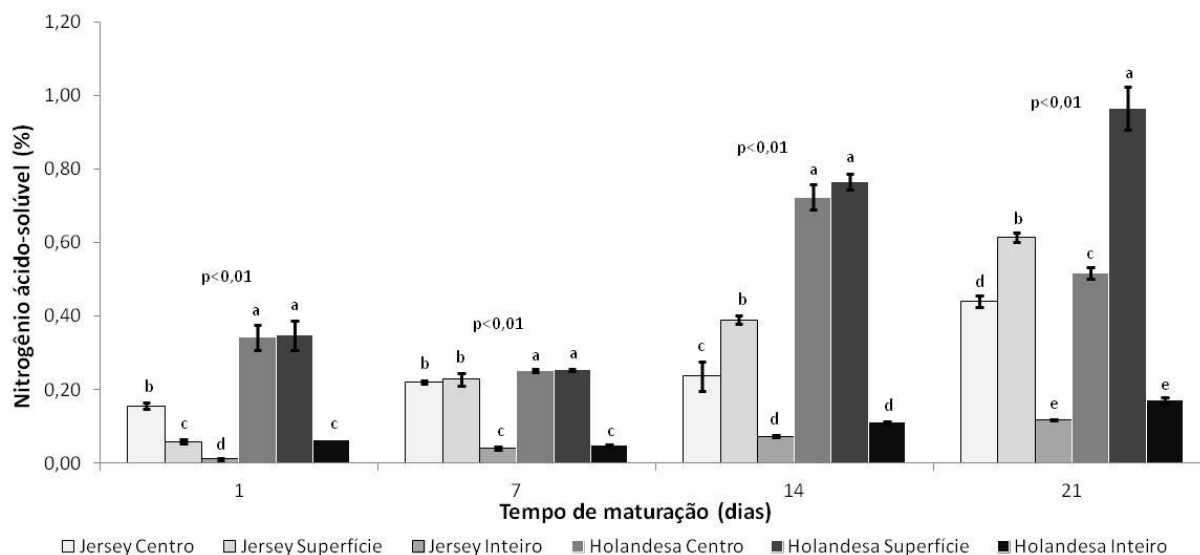


Figura 5. Teor de nitrogênio ácido solúvel durante a maturação do queijo tipo *Reblochon*.

Nota: ^{a,b,c} letras diferentes no mesmo dia de maturação indicam diferença significativa entre os queijos analisados (Teste de Fisher, $p < 0,05$).

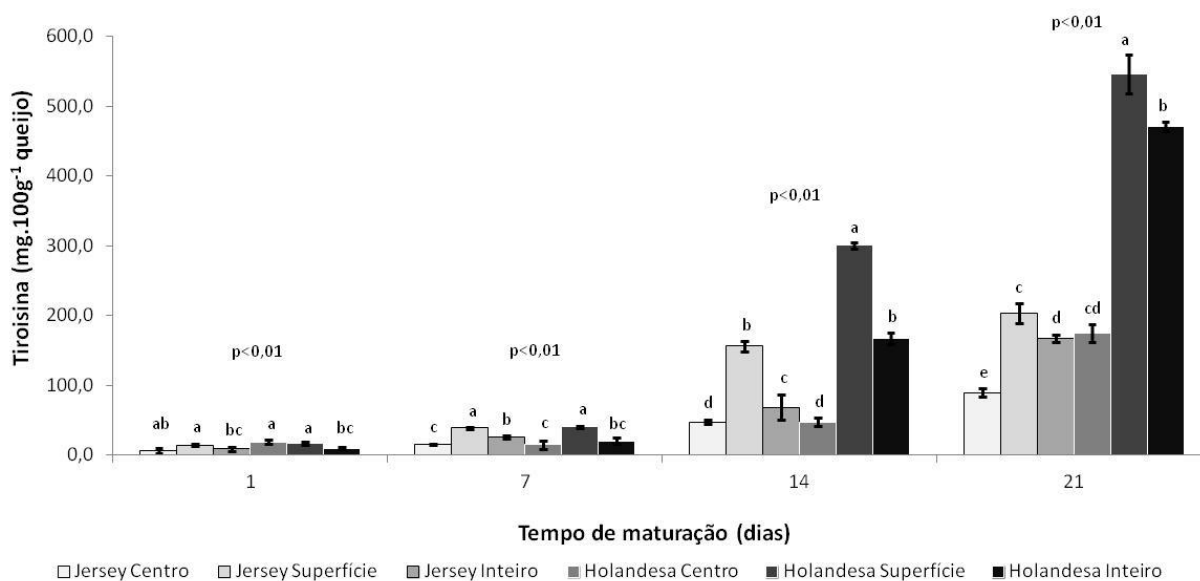


Figura 6. Concentração de Tirosina durante a maturação.

Nota: ^{a,b,c} letras diferentes no mesmo dia de maturação indicam diferença significativa entre os queijos analisados (Teste de Fisher, $p < 0,05$).

5.3 Efeito da maturação na cor e textura

Na Tabela 5 podem ser observados os valores de cor para as partes (centro e superfície) dos queijos (Figura 7) elaborados com diferentes leites bovinos. Em relação à luminosidade (L) os resultados demonstraram uma redução na luminosidade (L) dos queijos (escurecimento) em relação ao tempo de maturação. No parâmetro a^* , que representa as cores vermelha (+) a verde (-), no 7º dia de maturação, quando o corante urucum é adicionado se tem um grande aumento do valor a^* na superfície do queijo. Essa cor avermelhada, tende com o tempo migrar para o centro reduzindo os valores de a^* na superfície e aumentando no centro do queijo. O mesmo ocorreu com o parâmetro b^* que representa amarelo (+) a azul (-), indicando que a cor do queijo ficou entre vermelho e amarelo, confirmado com o cálculo do *hue angle* (cotang a^*/b^*). Buffa. et al. (2001) relataram um ligeiro aumento dos parâmetros a^* e b^* e diminuição de L^* durante a maturação de queijos.

Tabela 5. Análise colorimétrica da superfície e centro dos queijos tipo *Reblochon* elaborados com leites de diferentes raças bovinas.

	Tempo de maturação	Holandeza				Jersey			
		L^*	a^*	b^*	hue angle	L^*	a^*	b^*	hue angle
Superfície	1	92,9 ^a ± 0,42	1,7 ^e ± 0,07	19,6 ^d ± 0,50	85,1 ^a ± 0,11	92,4 ^a ± 0,22	2,3 ^d ± 0,14	21,2 ^b ± 1,01	83,7 ^a ± 0,64
	7	71,9 ^e ± 0,79	21,3 ^a ± 0,79	62,4 ^a ± 1,01	71,1 ^b ± 0,60	75,1 ^f ± 2,62	19,4 ^a ± 3,88	58,0 ^a ± 13,43	71,1 ^c ± 3,41
	14	80,6 ^d ± 0,92	6,7 ^c ± 0,91	15,5 ^d ± 0,30	66,8 ^c ± 2,56	80,0 ^e ± 1,00	6,9 ^b ± 0,54	19,8 ^b ± 1,10	70,9 ^c ± 0,90
	21	70,7 ^e ± 1,70	12,4 ^b ± 1,17	28,1 ^{bc} ± 3,16	66,2 ^c ± 0,51	79,6 ^e ± 1,25	5,5 ^{bc} ± 0,37	24,1 ^b ± 7,42	75,9 ^b ± 3,63
Centro	1	93,4 ^a ± 0,35	2,2 ^e ± 0,13	19,0 ^d ± 0,42	83,3 ^a ± 0,14	93,5 ^{ab} ± 0,23	2,1 ^d ± 0,06	18,2 ^b ± 0,34	83,1 ^a ± 0,17
	7	90,9 ^b ± 0,94	4,1 ^{de} ± 0,60	27,3 ^c ± 1,38	81,5 ^a ± 1,16	89,5 ^{ac} ± 0,31	2,7 ^{bcd} ± 0,11	24,1 ^b ± 0,13	83,6 ^a ± 0,25
	14	88,3 ^b ± 0,25	3,8 ^d ± 0,07	29,3 ^b ± 0,45	82,5 ^a ± 0,12	89,9 ^d ± 0,58	3,5 ^{cd} ± 0,35	29,4 ^b ± 0,38	83,2 ^a ± 0,62
	21	88,9 ^c ± 0,96	3,9 ^d ± 0,19	27,9 ^b ± 4,46	82,1 ^a ± 1,01	87,0 ^{cd} ± 0,14	3,5 ^{cd} ± 0,03	31,8 ^b ± 0,06	83,6 ^a ± 0,06
p		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Nota: ^{a,b,c} letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre os tempos de maturação e as frações (Teste de Fisher, $p < 0,05$).

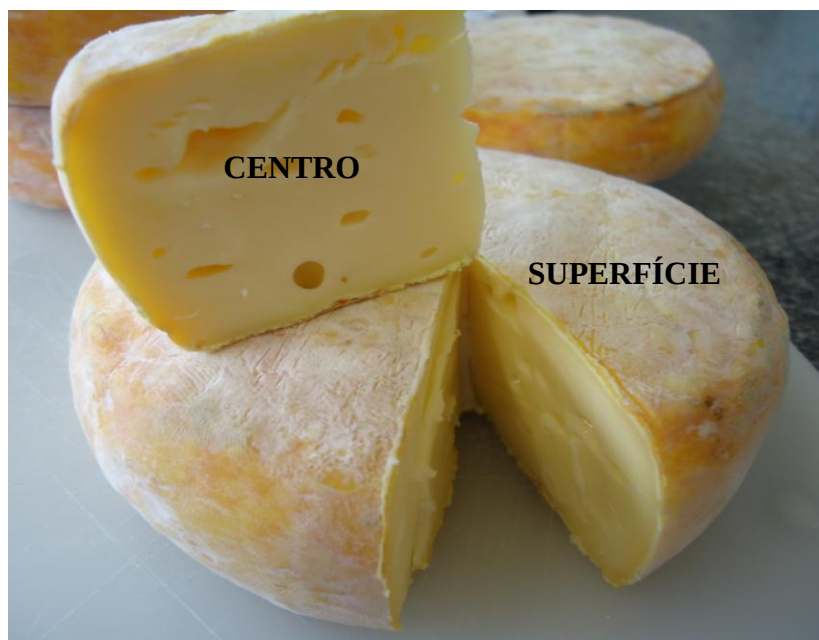


Figura 7. Queijos tipo *Reblochon* com 14 dias de maturação.

Na Tabela 6 os parâmetros de **dureza** (força necessária para promover uma deformação), **gomosidade** e **mastigabilidade** (força e energia, respectivamente, requeridas para mastigar um queijo até sua homogeneidade para engolir) apresentaram um aumento nos primeiros sete dias de maturação, decrescendo a partir do 14º dia de maturação, quando a proteólise foi mais acentuada. O parâmetro **adesividade**, definido como o trabalho necessário para superar a força de atração entre o queijo e a superfície do *probe* utilizado (TUNICK, 2000), apresentou (em módulo) valores até quatro vezes maiores no 21º dia de maturação para os queijos elaborados com leite da raça Holandesa.

A **coesividade** definida como uma velocidade com que o queijo se desintegra sob ação mecânica e a **elasticidade** definida como a medida da distância recuperada pelo queijo após uma deformação no período de tempo até que ocorra a segunda deformação (BERTOLINO et al., 2011) não variaram de forma significativa entre as raças Holandesa e Jersey, mas durante o período de maturação houve um decréscimo nos valores deste parâmetro em queijos com 21 dias de maturação.

Na **resiliência** expressa a capacidade do queijo de recuperar sua forma normal após a compressão (CHEVANAN et al., 2006), e houve uma pequena redução durante os 21 dias de maturação para ambas as raças; houve também uma diferença significativa entre os queijos

com leite de diferentes raças, sendo os maiores valores obtidos para o queijo proveniente de leite da raça Jersey.

Tabela 6. Análise instrumental de textura dos queijos tipo *Reblochon* elaborados com leite de bovinos da raça Holandesa e Jersey.

	Tempo de maturação	Dureza (g)	Adesividade (g.sec)	Elasticidade*	Coesividade*	Gomosidade*	Mastigabilidade*	Resiliência*
Holandesa	1	-0,541 ^e ± 0,82	-9,473 ^{bc} ± 4,57	0,799 ^b ± 0,140	0,852 ^a ± 0,032	-0,535 ^d ± 0,837	-0,731 ^d ± 0,120	0,492 ^a ± 0,017
	7	169,031 ^a ± 17,39	-5,615 ^{ab} ± 3,02	0,805 ^{ab} ± 0,020	0,768 ^{cd} ± 0,008	129,790 ^a ± 13,626	104,604 ^a ± 13,002	0,396 ^c ± 0,010
	14	67,481 ^d ± 7,65	-1,362 ^a ± 0,29	0,600 ^d ± 0,058	0,559 ^f ± 0,054	42,212 ^c ± 16,016	20,851 ^c ± 4,547	0,236 ^f ± 0,034
	21	87,343 ^d ± 7,42	-14,644 ^c ± 16,45	0,549 ^d ± 0,083	0,536 ^f ± 0,068	46,952 ^{bc} ± 8,390	26,221 ^c ± 8,363	0,196 ^g ± 0,027
Jersey	1	0,435 ^e ± 0,99	-7,415 ^{abc} ± 5,55	0,879 ^a ± 0,020	0,819 ^{ab} ± 0,011	0,362 ^d ± 0,819	0,323 ^d ± 0,733	0,457 ^b ± 0,011
	7	159,768 ^{bc} ± 59,15	-1,793 ^b ± 1,47	0,835 ^{ab} ± 0,013	0,792 ^{bc} ± 0,010	126,321 ^a ± 46,306	105,485 ^a ± 38,900	0,447 ^b ± 0,009
	14	161,490 ^{ab} ± 33,57	-5,139 ^{ab} ± 2,50	0,766 ^b ± 0,007	0,731 ^d ± 0,003	118,012 ^a ± 24,255	90,482 ^a ± 18,642	0,337 ^d ± 0,007
	21	131,249 ^c ± 26,36	-3,087 ^{ab} ± 1,79	0,686 ^c ± 0,047	0,659 ^e ± 0,049	73,778 ^b ± 37,945	56,321 ^b ± 22,904	0,273 ^d ± 0,032
p		<0,01	p=0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Nota: ^{a,b,c} letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre os queijos analisados (Teste de Fisher, $p < 0,05$). *medidas adimensionais.

5.4 Correlação e Regressão

As relações entre as análises físico-químicas e instrumentais (Tabela 7) são dificilmente visualizadas quando observadas individualmente; com o propósito de detectar as relações entre os vários aspectos e suas respectivas relações matemáticas foi feita uma correlação múltipla entre os parâmetros dos diferentes queijos.

O tempo de maturação em queijos comerciais, é um parâmetro difícil de ser determinado, pois não se sabe quanto tempo este queijo foi maturado antes de ir para a embalagem e comercialização; para estimar o tempo de maturação através das equações de regressão linear, podem ser utilizados três parâmetros que apresentaram forte correlação ($p < 0,01$) com o tempo de maturação, o NPN (Maturação = $-0,22 + 136,92 \times \text{NPN}$; $r=0,87$), a coesividade (Maturação = $52,31 - 58,17 \times \text{Coesividade}^*$; $r=-0,86$), e a resiliência (Maturação = $34,49 - 67,06 \times \text{Resiliência}^*$; $r=-0,92$) (Figura 8).

Os parâmetros físicos são de difícil determinação, principalmente por queijarias de pequeno e médio porte. Esta determinação é de fundamental importância para definir o ponto

ótimo para a comercialização de determinados tipos de queijo. Para estimar estas características foram observadas fortes correlações ($p < 0,01$) com alguns atributos físico-químicos, como Dureza x Proteína ($\text{Dureza} = -354,7 + 24,98 \times \text{Proteína}$; $r = 0,85$), elasticidade x tirosina ($\text{Elasticidade} = 0,82 - 0,3 \times \text{Tirosina}$; $r = -0,89$); elasticidade x NPN ($\text{Elasticidade} = 0,91 - 2,2 \times \text{NPN}$; $r = -0,96$), coesividade x tirosina ($\text{Coesividade} = 0,79 - 0,29 \times \text{Tirosina}$; $r = -0,86$), coesividade x NPN ($\text{Coesividade} = 0,88 - 2,05 \times \text{NPN}$; $r = -0,88$), e Resiliência x NPN ($\text{Resiliência} = 0,51 - 1,93 \times \text{NPN}$; $r = -0,89$) (Figura 8).

Tabela 7. Matriz de Correlação Simples de Pearson para as Análises Físico-Químicas, Calorimétrica e de Textura dos queijos inteiros.

	Tempo de Maturação	NPN	ASN	Tiroizina	Úmidade (%)	Proteína (%)	Cinzas (%)	Gordura (%)	L	a	b	hue angle	Dureza (g)	Adesividade (g.sec)	Elasticidade**	Coesividade**	Gomosidade**	Mastigabilidade**	Resiliência**
Tempo de Maturação (dias)	1,00																		
NPN	0,87*	1,00																	
ASN	0,76	0,62	1,00																
Tiroizina (mg.100g-1 queijo)	0,79	0,92*	0,42	1,00															
Úmidade (%)	-0,07	0,23	0,15	0,01	1,00														
Proteína (%)	0,64	0,30	0,32	0,22	-0,30	1,00													
Cinzas (%)	0,67	0,68	0,14	0,71	0,03	0,50	1,00												
Gordura (%)	0,29	-0,15	0,26	-0,02	-0,77	0,54	-0,02	1,00											
L	-0,62	-0,49	-0,17	-0,52	-0,07	-0,68	-0,84*	-0,18	1,00										
a	0,09	-0,03	-0,25	0,05	0,16	0,42	0,52	0,08	-0,82	1,00									
b	-0,19	-0,32	-0,35	-0,24	0,17	0,19	0,20	0,07	-0,59	0,93*	1,00								
hue angle	-0,68	-0,58	-0,22	-0,58	-0,04	-0,75	-0,88*	-0,16	0,87*	-0,59	-0,25	1,00							
Dureza (g)	0,48	0,14	0,20	0,05	-0,11	0,85*	0,51	0,40	-0,80	0,71	0,58	-0,65	1,00						
Adesividade (g.sec)	-0,04	-0,36	0,29	-0,54	0,08	0,39	-0,23	0,38	-0,01	0,14	0,18	-0,13	0,38	1,00					
Elasticidade**	-0,82	-0,96*	-0,58	-0,89*	-0,25	-0,28	-0,72	0,17	0,46	0,04	0,36	0,66	-0,08	0,25	1,00				
Coesividade**	-0,86*	-0,88*	-0,57	-0,86*	-0,06	-0,41	-0,78	-0,07	0,55	-0,05	0,28	0,76	-0,19	0,11	0,95*	1,00			
Gomosidade**	0,27	-0,06	0,01	-0,13	-0,09	0,80	0,39	0,37	-0,74	0,78	0,70	-0,58	0,97*	0,44	0,11	-0,01	1,00		
Mastigabilidade**	0,17	-0,17	-0,05	-0,22	-0,10	0,74	0,29	0,37	-0,67	0,78	0,74	-0,48	0,94*	0,45	0,22	0,11	0,99*	1,00	
Resiliência**	-0,92*	-0,89*	-0,64	-0,84*	0,03	-0,49	-0,78	-0,15	0,57	-0,03	0,30	0,74	-0,28	0,10	0,93*	0,98*	-0,08	0,04	1,00

Nota: NPN = Nitrogênio não proteico, ASN = Nitrogênio ácido solúvel, L,a,b = parâmetros de cor sistema CIE –Lab.

*correlações significativas (teste de Pearson, $p>0,01$).

**Adimensionais.

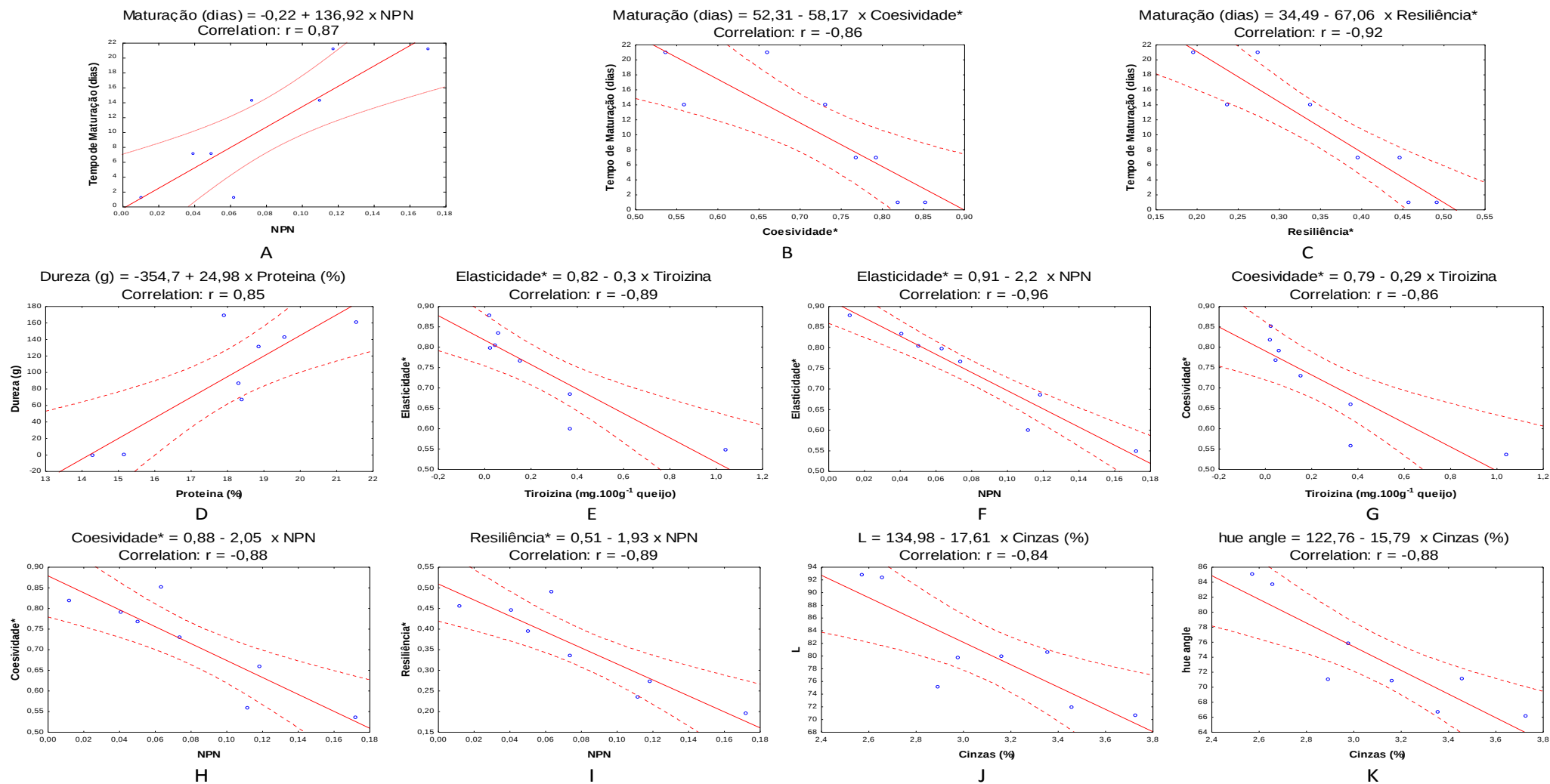


Figura 8. Gráficos de Correlação Simples de Pearson para as Análises Físico-Químicas, Colorimétrica e de Textura.

6 CONCLUSÃO

Os resultados possibilitaram determinar alguns parâmetros físico-químicos e de qualidade para o estabelecimento de um protocolo adequado as exigências e condições brasileiras para o queijo tipo *Reblochon*.

Os queijos elaborados com leites das raças Holandesa e Jersey apresentaram aptidão para a fabricação de queijos tipo *Reblochon*, mas deve-se destacar a qualidade superior do leite da raça Jersey, devido ao teor de gordura mais próximo aos do queijo Francês.

O tempo de maturação teve efeito principalmente nos aspectos de textura e cor dos queijos particularmente em relação a coesividade, resiliência e elasticidade, causada principalmente pela proteólise durante a maturação e na cor L (luminosidade) que reduziu durante este período.

O tempo de maturação marcante na percepção de características de identidade do queijo tipo *Reblochon* ocorreu após os 14 dias, devido a mudanças na composição do queijo e em suas partes, indicando o início do seu consumo ou ponto de comercialização.

7 REFERÊNCIAS

ANUALPEC. 2011. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo, Brazil, 1st ed. Instituto FNP and Agra Pesquisas Ltda, 2011.

ADHIKARI, K., HEYMANN, H., HUFF, H.E. Textural characteristics of low fat, full fat and smoked cheeses: sensory and instrumental approaches. **Food Quality and Preference**, nº 14, 2003. p. 211–218.

ALBUQUERQUE, L. C. **Queijos no mundo: O leite em suas mãos**. v. 4. Juiz de Fora, Minas Gerais: EPAMIG, 2003. 128 p.

BARBANO, D.M.; LYNCH, J. M.; FLEMING, J. R. Direct and indirect determination of true protein content of milk by kjeldahl analysis: Collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 74, p. 281, 1991.

BASTIAN E. D.; BROWN R. J.; ERNSTROM C. A. Plasmin Activity and Milk Coagulation. **Journal of Dairy Science**, 1991, v. 74, nº. 11, p 3677 – 3685.

BERESFORD T. P., FITZSIMONS N. A., BRENNAN N. L., COGAN T. M. Recent advances in cheese microbiology. **International Dairy Journal**, 2001. p 259–274.

BERTOLINO, M.; DOLCI, P.; GIORDANO, M.; ROLLE, L.; ZEPPA, G. Evolution of chemico-physical characteristics during manufacture and ripening of Castelmagno PDO cheese in wintertime. **Food Chemistry**, v. 129, p.1001–1011, 2011.

BRASIL. Leis, Decretos, etc. Instrução Normativa nº51, de 18 de setembro de 2002. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Gabinete do Ministro. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2002, 12p.

BRASIL. Leis, Decretos, etc. Instrução Normativa nº62, de 29 de dezembro de 2011. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Gabinete do Ministro. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2011, 24p

BRASIL. Leis, Decretos, etc. Portaria nº 146, de 07 de março de 1996. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Gabinete do Ministro. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal. Queijos. In: _____. Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes: métodos físicos e químicos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1981. v. 2, cap. 17, p. 5.

BUFFA, M. N.; TRUJILLO A. J.; PAVIA M., GUAMIS B. Changes in textural, microstructural, and colour characteristics during ripening of cheeses made from raw, pasteurized or high-pressure-treated goats' milk. **International Dairy Journal**, v 11 p. 927–934, 2001.

CARROLL, S.M.; DEPETERS, E.J.; TAYLOR, S.J.; ROSENBERG M.; PEREZ-MONTI, H.; CAPPS, V.A.; Milk composition of Holstein, Jersey, and Brown Swiss cows in response to increasing levels of dietary fat. **Animal Feed Science and Technology**, v. 131, p. 451–473, 2006.

CAVALCANTE, F. DE M. **Produção de queijos Gouda, Gruyère, Mussarela e Prato**. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos - Universidade Católica de Goiás. Goiânia, Goiás, 2004.

CHEVANAN, N.; MUTHUKUMARAPPAN, K.; UPRETI, P.; METZGER, L. E. Effect of calcium and phosphorus, residual lactose and salt-to-moisture ratio on textural properties of cheddar cheese during ripening. **Journal of Texture Studies**, v. 37, p. 711–730, 2006.

COLLINS, Y. F.; MCSWEENEY, P. L. H.; WILKINSON, M. G. Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. **International Dairy Journal**, v. 13, p. 841–866, 2003.

DELGADO, F. J.; CRESPO, J. G.; CAVA, R.; RAMÍREZ, R. Proteolysis, texture and colour of a raw goat milk cheese throughout the maturation. **European Food Research and Technology**, v. 233, p. 483–488, 2011.

DE RENSIS, C. M. V. B.; PETENATE, A. J.; VIOTTO, W. H. Caracterização físico-química, reológica e sensorial de queijos tipo Prato com teor reduzido de gordura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, p. 488–494, 2009.

EARLY, R. **Tecnología de los productos lácteos**. Traducción de Rosa M^a Oria Almudí, Zaragoza (España): Acribia, 1998.

FARKEY, N. Y.; FOX, P. F. Objective indices of cheese ripening. **Trends in Food Science and Technology**, v. 1, p. 37–40, 1990. FERREIRA, S.M.R.; **Controle da Qualidade em Sistemas de Alimentação Coletiva I**. São Paulo, Editora Varela, 2002.

FOEGEDING, E. A.; BROWN, J.; DRAKE, M.; DAUBERT, C. R. Sensory and mechanical aspects of cheese texture. **Internacional Dairy Journal**, nº 13, 2003. p. 585-591.

FOUCHER, **Camembert de Normandie: Toute La tradition normande dans un fromage**. France, 1999.

FOX, P. F., MCSWEENEY, P. L. H., COGAN, T. M., GUINEE, T. P. **Fundamentals of cheese science**. Gaithersburg: Aspen, 2000. 587p.

FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. L. H.; COGAN, T. M.; GUINEE, T. P. **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology - General Aspects**. v. 1, 3 ed. London: Chapman & Hall, 2004.

FRANCE. Décrets, arrêtés, circulaires. Décret n°2012-643 du 3 mai 2012, Cahier des charges de l'appellation d'origine "Reblochon" ou *Reblochon de Savoie*". **Bulletin officiel du Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire** n° 19-2012.

FROC, J. **Balade au pays des fromages. Les traditions fromagères en France** Editions Quae, 2006.

FURTADO, M. M. **A Arte e a Ciência do Queijo**. 2. Ed. São Paulo: Editora Globo, 1991. 297 p.

GEURTS, T. J.; WALSTRA, P.; MULDER, H. Transport of salt and water during salting of cheese. II. Quantities of salt taken up and of moisture lost. **Netherlands Milk and Dairy Journal**, v. 34 n° 4 p. 229-254, 1980.

HARBUTT, J. **O livro do queijo**. São Paulo: Globo, 2010.

HORNE, D. S., BANKS, J. M. Rennet-induced Coagulation of Milk In: FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. L. H.; COGAN, T. M.; GUINEE, T. P. **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology - General Aspects**. 3 ed. London: Chapman & Hall, 2004.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos físico-químicos para análise de alimentos**, 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

JUSTUS, A.; FERRARI, L. M. B.; RODRIGUES, L. R.; FERREIRA, M. L.; PINTO S. M.; ABREU, L. R. Caracterização física e química de queijos parmesão ralado comercializados na região sul de minas gerais. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, v. 66, n. 379, 2011.

KOBLITZ, M. G. B. **Bioquímica de Alimentos: Teoria e Aplicações Práticas**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 256p.

LECLERCQ-PERLAT, M-N.; *Camembert*, Brie, and Related Varieties. In: FUQUAY, J., FOX, P., AND MCSWEENEY, P. **Encyclopedia of Dairy Sciences**. 2nd Edition. London: Academic Press. 2011.

LUCEY, J. A., Formation, Structural Properties and Rheology of Acid-coagulated Milk Gels. In: FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. L. H.; COGAN, T. M.; GUINEE, T. P. **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology General Aspects**. v. 1, 3 ed. London: Chapman & Hall, 2004.

MARTIN, B; CHAMBA, J. F.; COULON, J. B.; PERREARD, E. Effect of milk chemical composition and clotting characteristics on chemical and sensory properties of *Reblochon de Savoie* cheese. **Journal of Dairy Research**, v. 64 p. 157-162, 1997.

MONTEIRO, A. A., PIRES, A. C. S., ARAÚJO, E. A. **Tecnologia de produção de derivados de leite**. Viçosa, Minas Gerais: Ed. UFV, 2007. 81p.

MONTEIRO, A. A.; PIRES, A. C. S.; ARAÚJO, E. A.; **Tecnologia de produção de derivados de leite**. Viçosa, Minas Gerais: Ed. UFV, 81p, 2007.

MUNK, A. V. **Produção de Queijos Finos (Morbier e Saint Paulin) e Queijos Mofados (Gorgonzola e Camembert)**. Manual CPT, Viçosa, 1997. 24p.

NATH, R. K., CHEESE. IN: HUI, Y. H. **Dairy Science and Technology Handbook - Product Manufacturing**, v2 Ed. VCH, 1992.

PARENTE, E., COGAN, T. M; Starter Cultures: General Aspects. In: Fox, P. F.; McSweeney, P. L. H.; Cogan, T. M.; Guinee, T. P.. **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology - General Aspects**. 3 ed. London: Chapman & Hall, 2004.

PEREIRA, D. B. C.; SILVA, P. H. F.; COSTA JÚNIOR, L. C. G.; OLIVEIRA, L. L. **Físico -Química do Leite e Derivados: Métodos Analíticos**. 2. ed. rev. ampl. Juiz de Fora, Minas Gerais: EPAMIG, 2001. 234p.

PIONNIER, E.; ENGEL, E.; SALLES, C.; LE QUERE J.L. Interactions between non-volatile water-soluble molecules and aroma compounds in Camembert cheese. **Food Chemistry**, nº 76, 2002. p 13-20.

RÉVILLION, J. P. **A química do leite**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.

RIBEIRO, E. P. Queijos. In: AQUARONE, E. et. al. **Biotechnologia Industrial: Biotechnologia na produção de alimentos**. v. 4. Edgard Blüncher LTDA. São Paulo, 2001. 225 – 254p.

ROMANI, S.; SACCHETTI, G.; PITTIA, P.; PINNAVAIA, G. G.; ROSA, M. D.; Physical, chemical, textural and sensorial changes of portioned Parmigiano Reggiano cheese packed under different conditions. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 8, p.203-211, 2002.

SILVA, F. T. **Queijo minas frescal**. Coleção Agroindústria Familiar. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília – DF, 2005.

SILVA, L. C. DA; VENTURINI, K. S.; SARCINELLI M. F. **Processamento do leite**. Boletim Técnico - PIE-UFES: 02207 - Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, 2007. 7p.

SILVA, N. da; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos** - São Paulo : Varela, 1997.

SOUSA, M. J.; ARDÖ, Y.; MCSWEENEY, P. L. H. Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. **International Dairy Journal**, v. 11, p. 327–345, 2001.

SPINNLER, H. E., GRIPON, J. C. Surface Mould-ripened Cheeses. In: FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. L. H.; COGAN, T. M.; GUINEE, T. P. **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology - Volume 1: General Aspects**. 3 ed. London: Chapman & Hall, 2004.

TUNICK, M. H. Rheology of dairy food that gel, stretch and fracture. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p.1892–1898, 2000.

UPADHYAY, V. K.; MCSWEENEY, P. L. H.; MAGBOUL, A. A. A.; FOX, P. F. Proteolysis in cheese during ripening In: FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. L. H.; COGAN, T. M.; GUINEE, T. P. (ed). **Cheese: chemistry, physics and microbiology**. 3. ed. Amsterdam: Elsevier, 2004, p. 391-434.

VAKALERIS, D. G.; PRINCE, W. V. A Rapid spectrophotometric method for measuring cheese ripening. **Journal of Dairy Science**, v. 42, p. 264–276, 1959.