

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO E ALIMENTOS
NÍVEL MESTRADO

LUANA DUARTE TELES

**AVALIAÇÃO DA LIBERAÇÃO DE AGES (ADVANCED GLYCATION END
PRODUCTS) E CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS EM CARNE DE FRANGO E
BOVINA EM DIFERENTES MÉTODOS DE COCÇÃO**

São Leopoldo

2014

LUANA DUARTE TELES

AVALIAÇÃO DA LIBERAÇÃO DE AGES (ADVANCED GLYCATION END PRODUCTS) E CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS EM CARNE DE FRANGO E BOVINA EM DIFERENTES MÉTODOS DE COCÇÃO

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos da Universidade do Vale do Rio do Sinos – UNISINOS

Área de concentração: Qualidade e Inovação em Alimentos

Orientadora: Prof. Ms Isabel Cristina Kasper Machado

Co-orientador: Prof. Dr. Juliano Garavaglia

São Leopoldo

2014

FICHA CATALOGRÁFICA

T269a Teles, Luana Duarte

Avaliação da liberação de AGEs (Advanced Glycation End Products) e características sensorias em carne de frango e bovina em diferentes métodos de cocção/ Luana Duarte Teles – 2014.

52 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-graduação em Nutrição e Alimentos, São Leopoldo, RS, 2014.

“Orientadora: Profa. Ma. Isabel Cristina Kasper Machado”

1. Nutrição. 2. Proteína solúvel. 3. Composição

LUANA DUARTE TELES

AVALIAÇÃO DA LIBERAÇÃO DE AGES (ADVANCED GLYCATION END PRODUCTS) E CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS EM CARNE DE FRANGO E BOVINA EM DIFERENTES MÉTODOS DE COCÇÃO

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos da Universidade do Vale do Rio do Sinos – UNISINOS

Aprovado em 30 de julho de 2014

BANCA EXAMINADORA

DAIANA DE SOUZA - UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS (UNISINOS)

PATRÍCIA NARDIN - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS)

São Leopoldo

2014

AGRADECIMENTOS

Durante a minha vida tive alguns anjos da guarda que me ajudaram a seguir em frente por causa da minha dislexia. Dedico este trabalho a essas pessoas!

Ao meu pai e minha mãe por sempre me dar amor incondicional e o suporte necessário que precisei durante a minha vida.

À minha irmã Camila que esteve junto em todos os processos me auxiliando em todos os momentos com muito amor e dedicação, sempre mostrando que eu era capaz de seguir em frente apesar de todas as minhas dificuldades.

Às minhas irmãs de coração, Giovanna e Natassia, por sempre estarem ao meu lado.

Aos meus avós por todo o amor.

Ao meu namorado Massaro por todo o carinho e dedicação ao longo deste processo, te amo.

À minha orientadora, Isabel, e ao meu co-orientador, Juliano, pelo estímulo e suporte.

A todos os amigos e familiares que sempre me apoiaram.

Muito abrigada a todas as pessoas que me auxiliaram!!!

RESUMO

As práticas alimentares têm sido objeto de estudo das Ciências da Saúde, principalmente, evidenciando a relação entre a dieta e algumas doenças crônicas. Dessa forma, é importante a identificação de formas alternativas de preparo e cocção, as quais devem manter a qualidade nutricional e as características sensoriais dos alimentos. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes métodos de cocção que utilizam alta temperatura, maior que 100 °C (assar e grelhar) e um método que utiliza baixa temperatura (menor que 100 °C), o método *sous vide*, sobre a liberação de produtos finais de glicação avançada das proteínas (*Advanced Glycated End-Products* – AGEs) durante o processo de cozimento de peito de frango e filé de gado. Além disso, foi avaliada a composição proximal (proteína, lipídios, cinzas e carboidratos e minerais), bem como, sua aceitação sensorial. A quantidade de AGEs formados e de proteína solúvel foi analisada nos cortes crus, assados em 9 e 21 minutos, grelhados em 3 e 15 minutos e *sous-vide* em 30 e 42 minutos, através da técnica de ELISA, utilizando um anticorpo monoclonal anti-AGE e o método de Bradford, respectivamente. A composição proximal e de minerais foi determinada no filé e peito crus, grelhados (em 3 e 9 minutos) e *sous-vide* (30 e 36 minutos). A análise sensorial de aceitação avaliou os atributos aparência, textura, sabor e qualidade global nos cortes assados (15 min), grelhados (9 min), *sous-vide* (36 min) e *sous-vide* (36 min) maçaricado. O índice de aceitabilidade sensorial também foi calculado. O corte de peito de frango apresentou aumento da quantidade de AGEs quando submetido aos diferentes métodos de cocção avaliados com o aumento do tempo de cozimento. O método assar promoveu a maior formação de AGEs no peito de frango ao longo do tempo. Esses comportamentos não foram encontrados no filé bovino e na comparação entre ambos os cortes crus e cozidos. O teor de proteína solúvel no filé de gado e no peito de frango crus foi maior do que nos cozidos e sua quantidade diminuiu com o passar do tempo de cocção no filé assado e no peito grelhado. Observou-se a diminuição do teor de umidade e o aumento do nível dos macronutrientes e minerais quando os cortes foram submetidos à cocção e com o passar do tempo de cozimento. Na análise sensorial, o filé bovino e o peito de frango grelhados apresentaram a maior aceitação e índice de aceitabilidade, seguido pelo *sous-vide* maçaricado, ao passo que o *sous-vide* obteve a menor aceitação de modo geral.

Palavras-chave: *sous vide*; proteína solúvel; composição proximal; análise sensorial

ABSTRACT

Feeding practices have been studied by Health Sciences, mainly showing the relationship between diet and some chronic diseases. Thus, it is important to identify alternative ways of preparing and cooking, which shall maintain food nutritional quality and sensory characteristics. The objective of this study was to evaluate the effect of different cooking methods that use high temperature greater than 100 °C (bake and broil) and a method that uses low-temperature (less than 100 °C), sous vide, on the release Advanced Glycation End Products (AGEs) in the chicken breast and filet mignon. In addition, the proximate composition (protein, lipid, ash and carbohydrate and minerals) were evaluated as well as their sensory acceptability. The amount of AGEs formed and soluble protein was analyzed in raw cuts, baked in 9 and 21 minutes, grilled in 3 and 15 minutes and sous-vide in 30 and 42 minutes by ELISA using the anti-AGE monoclonal antibody specific and Bradford method, respectively. The proximate and mineral composition was determined in raw breast and fillet, grilled (3 and 9 minutes) and sous-vide (30 and 36 minutes). The sensory analysis assessed appearance, texture, flavor and overall quality attributes in baked (15 min), grilled (9 min), sous-vide (36 min) and sous-vide (36 min) burned cuts. The sensory acceptability index was also calculated. Chicken breast showed increased amount of AGEs when subjected to different cooking methods evaluated with increased cooking time. The baking method promoted the AGEs highest formation in breast over time. These behaviors were not found in filet and in the comparison between raw and cooked cuts. The raw filet and breast soluble protein content was higher than in boiled and decreased with the time cooking in roast filet and grilled breast. Decline in moisture and increasing in macronutrients and minerals levels was observed when cuts were cooking and over cooking time. In sensory analysis, grilled filet and breast had the highest acceptance and acceptability index, followed by sous-vide burned, while sous-vide got lower acceptance in general.

Keywords: sous vide; soluble protein; proximate composition; sensory analysis

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Conservação a Vácuo versus Cozimento a Vácuo.....	20
Figura 2 - Características das carnes no processo de cocção	22
Figura 3 - Exemplos de AGEs.....	25
Figura 4 - Representação visual da formação de AGEs	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição proximal de carnes.....	13
Tabela 2 - Composição de minerais de carnes	13
Tabela 3 - Composição proximal de carnes crua e cozida	14
Tabela 4 - Produtos finais da glicoxidação (AGEs) contidos em alimentos preparados por métodos de cozimento padrão	29
Tabela 5 - Quantificação de AGEs no filé e no peito em diferentes métodos de cocção.....	36
Tabela 6 - Quantificação de proteína no filé e no peito em diferentes métodos de cocção	38
Tabela 7 - Composição Proximal e de Minerais do Filé de Gado.....	39
Tabela 8 - Composição Proximal e de Minerais do Peito de Frango	39
Tabela 9 - Resultado Análise Sensorial do Filé de Gado	41
Tabela 10 - Resultado Análise Sensorial do Peito de Frango	43
Tabela 11 - Índice de aceitabilidade (IA) do Filé de Gado e do Peito de Frango	44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1 Carnes.....	12
2.1.1 Carne bovina.....	15
2.1.2 Carne de frango.....	15
2.2 Métodos de Cocção.....	17
2.2.1 Modificações nas carnes decorrentes da cocção.....	21
2.3 Produtos de Glicação Avançada - AGEs.....	24
2.3.1 Efeito dos AGEs no organismo humano.....	26
2.3.2 AGEs nos alimentos.....	28
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3.1 Cortes de carne.....	32
3.2 Métodos de cocção.....	32
3.2.1 Método de cocção em baixa temperatura.....	32
3.2.2 Métodos de cocção em alta temperatura.....	32
3.3 Análise dos AGEs.....	33
3.4 Análise de proteína solúvel.....	33
3.5 Composição proximal e de minerais.....	34
3.6 Análise sensorial.....	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1 Análise dos AGEs.....	36
4.2 Análise de proteína solúvel.....	37
4.3 Composição proximal e de minerais.....	38
4.4 Análise sensorial.....	41
5 CONCLUSÃO.....	45
REFERÊNCIAS.....	46
APÊNDICE A – FICHA DA ANÁLISE SENSORIAL.....	52
APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO.....	53

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a alimentação da população tem sido composta por muitos produtos com elevado teor de gordura, açúcar e sal e carnes e seus derivados, como os embutidos. Ainda, está associada à ingestão de produtos prontos para o consumo e *fast food*. Assim, é notória a necessidade de readequação da dieta humana, incluindo alimentos saudáveis. Estes hábitos alimentares podem contribuir para o desenvolvimento de doenças decorrentes do sedentarismo e da má alimentação. Como por exemplo, podem ser citadas a diabetes *mellitus*, doenças renais e cardíacas, entre outras.

Uma vez conhecida a relação entre os hábitos alimentares e o desenvolvimento de doenças crônicas, é importante a readequação dos mesmos. Para isso, há a necessidade de desenvolvimento de alimentos processados ou métodos de processamento que diminuam ou eliminem da dieta os compostos relacionados ao surgimento dessas doenças. Por exemplo, a elaboração de produtos *light* ou *diet* em açúcar é necessária para os portadores de diabetes, bem como *light* ou *diet* em gordura saturada ou sódio para os cardíacos.

Entretanto, os estudos demonstram que algumas formas de processamento também são responsáveis pela formação de compostos que estão associados às doenças. Um exemplo são os Produtos Finais de Glicação Avançada (*Advanced Glycated End-Products* – AGEs) que são gerados a partir da reação entre os carboidratos e proteínas submetidos ao calor intenso. Os AGEs estão presentes principalmente em alimentos com teores elevados de gordura, como a manteiga e os óleos, seguidos daqueles com alto nível de proteína, como as carnes. Cabe ressaltar que a elevada quantidade de AGEs é observada nesses alimentos após seu processamento.

Os AGEs estão relacionados ao agravamento da diabetes e da obesidade, doenças renais e cardiovasculares e, até mesmo, alguns tipos câncer. Assim, verifica-se a necessidade de diminuir a ingestão destes compostos para melhora da saúde da população mundial.

Os métodos de cocção tradicionais, que empregam altas temperaturas, favorecem o desenvolvimento de AGEs. Entretanto, existem técnicas de cocção, relativamente recentes, que empregam baixas temperaturas, tais como o *sous-vide*. Neste método, o alimento é embalado a vácuo e submetido ao cozimento em banho-maria com água sob temperatura controlada, em torno de 60 a 80 °C.

Considerando esta problemática, o objetivo geral desta pesquisa foi avaliar diferentes métodos de cocção com diferentes tempos de processamento para o peito de frango e o filé

bovino, visando apontar a preparação mais nutritiva com melhor aceitação e que ao mesmo tempo traga benefício à saúde.

Os objetivos específicos foram: avaliar o efeito dos métodos de cocção assar, grelhar e *sous-vide* sobre a liberação dos produtos finais de glicação avançada das proteínas (AGEs) no peito de frango e no filé bovino; analisar a composição proximal e de minerais; e analisar os aspectos sensoriais desses cortes em decorrência dos métodos de cocção citados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Carnes

Damodaran, Parkin e Fennema (2010) afirmam que carne é o tecido muscular esquelético de mamíferos, pássaros, répteis, anfíbios e peixes, que passam por diversas reações químicas após sua morte. Esta definição exclui outros órgãos, como o fígado, rins, mas inclui o coração e a língua, como tecidos musculares únicos. Já Koblitz (2011) define carne como tecidos animais adequados ao consumo como alimento, classificando-as em:

- vermelha: representadas principalmente por bovinos, suínos, ovinos e caprinos;
- de aves: provenientes de frango, peru, patos, marrecos e codornas, entre outros;
- de caça: de animais não domesticados.

Segundo Koblitz (2011), no ano de 2006, a produção mundial de carnes foi de 257,7 milhões de toneladas, sendo 108,0 suínos, 83,1 de aves, 65,7 de bovinos, 13,5 de ovinos e caprinos e 5,4 de outras espécies. Já no Brasil foram produzidas 9,3 milhões de toneladas de aves, 8,9 de bovinos e 2,9 de suínos, sendo o consumo per capita no país de 37, 36,6 e 12,7 kg/ano/habitante, respectivamente.

A carne possui alta densidade de nutrientes, devido à concentração destes por quilocaloria. Uma grande variedade e a excelente biodisponibilidade de nutrientes presentes torna a carne uma fonte nutricional significativa para seus consumidores (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

A composição química da carne varia de acordo com a raça e o tipo de animal, como apresentado na Tabela 1. Em função disso, cada carne apresenta cor, sabor, odor, textura, maciez e suculência diferentes. Além disso, esses atributos variam de acordo com a idade, sexo, estágio de desenvolvimento, condições fisiológicas, fatores ambientais, alimentação e período de abate do animal (ARAÚJO et al., 2011). Normalmente 70% da massa do músculo fresco é constituído de água, quantidade afetada pela variação da composição de lipídeos, enquanto a de proteína é em torno de 18 a 23% e a de cinzas é de cerca de 1 a 1,2%. Os carboidratos estão presentes em quantidade muito pequena nas carnes, representando menos de 1% (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Quanto à composição de minerais (Tabela 2), as carnes vermelhas são ótimas fontes de ferro em virtude de seu alto teor de mioglobina. As carnes de aves, também, são boas fontes de ferro. Ressalta-se que o ferro presente nas carnes é na forma heme, tendo maior biodisponibilidade em comparação às fontes inorgânicas de ferro. O potássio, o fósforo e o

magnésio também são relativamente abundantes na carne. Por outro lado, o cálcio está presente em níveis muito baixos em relação ao valor necessário nutricionalmente (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Tabela 1 - Composição proximal de carnes

Macronutrientes	Carne vermelha			Carne de aves	
	Bovina	Suína	Cordeiro	Frango	Peru
Água (%)	70,62	72,34	73,42	74,76	74,12
Proteína (%)	20,78	21,07	20,29	23,09	24,60
Lipídeos (%)	6,16	5,88	5,25	1,24	0,65
Cinzas (%)	1,02	1,04	1,06	1,02	1,02

Fonte: Damodaran, Parkin e Fennema (2010).

Tabela 2 - Composição de minerais de carnes

Minerais	Carne vermelha			Carne de aves	
	Bovina	Suína	Cordeiro	Frango	Peru
Potássio (mg/100 g)	356	380	280	255	293
Fósforo (mg/100 g)	199	211	189	196	206
Sódio (mg/100 g)	63	57	66	65	49
Magnésio (mg/100 g)	22	23	26	28	28
Cálcio (mg/100 g)	6	16	10	11	10
Zinco (mg/100 g)	4,33	2,08	4,06	0,8	1,24
Ferro (mg/100 g)	2,13	0,91	1,77	0,72	1,17

Fonte: Damodaran, Parkin e Fennema (2010).

Koblitz (2011) apresenta a composição proximal de carne crua e cozida (Tabela 3). Observa-se que ocorre a concentração dos nutrientes em função da perda de água da carne após cozimento.

As carnes possuem quatro tipos básicos de tecidos: muscular, conjuntivo, epitelial e nervoso. As propriedades e as quantidades desses tecidos estão diretamente relacionadas à qualidade e à maciez da carne (KOBBLITZ, 2011). O tecido muscular contém frações de proteínas e lipídios que estão associados à manutenção da estrutura do animal, à textura e maciez dos cortes. Esse tecido, após sofrer inúmeras reações bioquímicas, transforma-se em carne (ARAÚJO et al., 2011).

Tabela 3 - Composição proximal de carnes crua e cozida

Macronutrientes	Carne bovina		Carne de aves – peito	
	Crua	Cozida	Crua	Cozida
Água (%)	71,60	57,75	74,86	64,76
Proteína (%)	20,94	30,42	32,20	30,91
Lipídeos (%)	6,33	10,24	1,65	4,51
Cinzas (%)	1,03	1,21	0,98	1,02

Fonte: Koblitz (2011).

O músculo esquelético, o principal constituinte da carne, é formado por água, proteínas, gorduras, carboidratos e componentes inorgânicos. A água, que corresponde a aproximadamente 75% do peso do músculo, é o principal componente dos fluidos extracelulares, sendo que vários componentes químicos estão dissolvidos ou suspensos nela. Assim, funciona como meio de transporte de substâncias entre a rede vascular e as fibras musculares (KOBBLITZ, 2011).

Ainda segundo Koblitz (2011), as proteínas representam de 16 a 22% da massa muscular, sendo divididas em três classes: sarcoplasmáticas, miofibrilares e estromáticas. As primeiras correspondem a 30-35% do total de proteínas no músculo esquelético e incluem a mioglobina (proteína associada à coloração vermelha das carnes). As miofibrilares são constituídas pelas proteínas responsáveis pela contração muscular, perfazendo 52-56% do total de proteína muscular. Por fim, as estromáticas, ou do tecido conjuntivo, representam de 10 a 15% das proteínas da musculatura esquelética, sendo insolúveis em solventes aquosos (solúveis apenas em calor úmido). O colágeno representa de 40% a 60% das proteínas do estroma, enquanto a elastina de 10 a 20%.

O tecido conjuntivo influencia diretamente a textura da carne por ser composto principalmente de colágeno e elastina, respondendo parcialmente pela dureza de um corte, já que é a fração mais insolúvel e menos digerível da carne. A espessura das fibras musculares, o tamanho dos feixes de fibras e a quantidade de tecido conectivo determinam a maciez dos cortes e direcionam a seleção dos métodos e técnicas de cocção capazes de torná-los mais macios (ARAÚJO et al., 2011).

O teor de lipídios no músculo varia de aproximadamente 1,5 até 13%. Já os carboidratos apresentam teor muito pequeno. O glicogênio é o carboidrato mais abundante no músculo e varia de 0,5 a 1,3% em relação ao peso muscular. O músculo ainda contém vários

constituintes inorgânicos (1,0%), como o cálcio, magnésio, potássio, sódio, ferro, fósforo, enxofre e cloro (KOBBLITZ, 2011).

2.1.1 Carne bovina

O gado utilizado para a produção de carne é essencialmente proveniente de duas espécies distintas. A *Bos taurus*, espécie de origem europeia, compreende as raças Angus, Hereford e Charolês, entre outras. A outra espécie, *Bos indicus*, originária da Índia e da África, divide-se nas raças com cumpim: Nelore, Guzará e Brahman, por exemplo. No Brasil, a raça mais empregada é a Nelore, correspondendo a cerca de 90% do gado criado no país (KOBBLITZ, 2011; LAWRIE, 2005).

As carcaças bovinas usualmente são divididas em traseiro especial, dianteiro e ponta de agulha. Os cortes com maior valor agregado estão presentes no traseiro especial (picanha, contrafilé, etc.) e são destinados ao consumo *in natura* (KOBBLITZ, 2011).

Especificamente, o filé mignon se situa na face ventral das três últimas vértebras torácicas, seis lombares, íliaco e fêmur (terceiro trocanter), sendo constituído pelos músculos *Psoas major*, *Psoas minor*, *Iliacus* e *Sartorius*. Este corte é constituído de carne magra, com alguns veios de gordura, apresentando quantidade reduzida de tecido conjuntivo principal, resultando em uma carne macia, que não possui grande resistência à aplicação de calor (GOMIDE; RAMOS; FONTES, 2006; ARAÚJO et al., 2011).

Com relação ao processamento do filé, esse necessita de complementos adequados, como molhos e temperos, uma vez que não tem substâncias extrativas responsáveis pelo sabor e aroma. Além disso, não é adequado para preparações com tempo de cocção prolongado, sendo o calor seco o mais indicado. O filé pode ser assado (inteiro), grelhado, frito e ser utilizado no churrasco (pedaços menores) (ARAÚJO et al., 2011).

2.1.2 Carne de frango

Segundo Koblitz (2011), os frangos são abatidos entre 42 e 45 dias de vida, tendo peso vivo de 2,5 kg aproximadamente. Em geral, são animais machos, pois as fêmeas são destinadas à postura de ovos e só costumam ser abatidas quando ficam adultas (ARAÚJO et al., 2011).

O rendimento de suas carcaças é de aproximadamente 75% em relação ao peso vivo. O peito com osso, as pernas (coxa e sobrecoxa) e as asas, que são os cortes de maior valor

comercial, representam cerca de 70% da carcaça. Especificamente, o peito com osso constitui 30% e o sem osso (filé de peito) 20%. Os principais cortes primários e secundários do frango são: filé de peito, sassami, sobrecoxa, coxa, ponta de asa, meio de asa e coxinha da asa. Além desses, também são aproveitados para consumo os miúdos: coração, moela, fígado e pés (KOBBLITZ, 2011).

O peito ocupa toda a parte inferior do animal, sendo uma carne com pouco tecido conjuntivo e formada pelos músculos *Pectoralis major* e *Pectoralis minor*, de cor clara e com reduzido conteúdo de gordura. Após a desossa, o peito pode ser filetado, cortado em cubos ou moído. O peito é considerado o corte mais nobre do frango por possuir aspecto agradável, cor atraente e ser bastante utilizado na culinária requintada e em pratos que compõem uma alimentação saudável (GOMIDE; RAMOS; FONTES, 2006; ARAÚJO et al., 2011).

A textura e o sabor do frango variam em função do corte utilizado. O peito apresenta baixa concentração de gordura e é pouco exercitado pelo animal. Assim, tem menor desenvolvimento das fibras musculares, tornando a carne mais macia, porém com menor suculência em decorrência do baixo teor de gordura. O sabor do peito de aves geralmente não é tão intenso, em virtude da baixa concentração de substâncias extrativas (ARAÚJO et al., 2011).

As características do peito o tornam apropriado para métodos de cocção (grelhar e fritar) que utilizam calor seco rápido, impedido maiores perdas da umidade interna. Para assar é recomendada alguma forma de cobertura que, nesse caso, pode ser a própria pele do animal, que ficará tostada e crocante. O uso de calor misto é recomendado quando se utiliza pouco caldo, além da aplicação de calor seco antes da adição do caldo para formação de uma crosta corada, tornando a preparação mais atraente. Quando desfiados, após o cozimento, pode ser empregado em preparações com canja, *fricassé*, recheio de tortas e salgados, entre outros (ARAÚJO et al., 2011).

Ao contrário das carnes vermelhas, as aves cruas têm pouco *flavor*, que se desenvolve durante a cocção. As carnes das aves desenvolvem suas características de cor, aroma e sabor no cozimento, mas em menor intensidade. As aves apresentam glutatona, uma das substâncias que promovem o desenvolvimento de sabor após a cocção (ARAÚJO et al., 2011).

O frango é uma das carnes mais magras, sendo de fácil digestão para a maioria das pessoas. Em dietas de controle de peso, sua ingestão é recomendada, desde que sejam escolhidas as partes mais magras, como o peito, e se elimine a pele. A carne de frango é rica em proteínas e vitamina A, tiamina, ferro, fósforo e ácido nicotínico. Entre os benefícios para

a saúde, podem-se citar: a formação de tecidos no corpo pelas proteínas de alta qualidade nela contidas; a proteção do sistema nervoso e da pele pela qualidade de tiamina, riboflavina e niacina; e ainda a contribuição na realização de diversas funções orgânicas pela variedade e quantidade de minerais (KOBBLITZ, 2011).

2.2 Métodos de Cocção

A cocção é a aplicação de calor no alimento, emanado por uma fonte calorífica. O calor modifica a estrutura, extrai o sabor, amacia, produz mudanças físico-químicas desejáveis, torna mais digerível e modifica o volume e peso dos alimentos. Os métodos de cocção se diferenciam pelas formas de transmissão de calor, sendo elas (TEICHMANN, 2000):

- convecção, na qual a transmissão é feita pelo deslocamento de moléculas aquecidas que sobem a superfície por serem menos densas, substituindo as mais frias, que irão para o fundo;
- condução, onde a transmissão é feita por contato entre uma molécula e outra, dessa forma o corpo mais quente cede calor ao menos quente;
- irradiação, na qual a transmissão é feita pelo ar ou vácuo em forma de ondas;
- fricção, onde a transmissão é feita pela incidência de ondas eletromagnéticas que provocam vibrações nas moléculas dos alimentos, gerando atrito e liberando calor.

Existem três tipos de métodos de cocção: calor úmido; calor seco e calor misto. O primeiro atua diretamente sobre o alimento, hidratando-o, sendo dissolvente. A fervura, a cocção a vapor e *pocher* são exemplos de métodos que utilizam o calor úmido. O calor seco atua direta ou indiretamente sobre o alimento, desidratando-o, sendo um método de concentração, utilizando como meio ar e/ou óleo. Esse tipo de calor é representado pelos métodos refogar, *poêler*, assar, grelhar, saltear e fritar. O calor misto concentra e dissolve o alimento, sendo uma combinação dos dois anteriores, podendo ser exemplificado pelos métodos ensopar, guisar, brasear, abafar e *sous-vide* (ARAÚJO et al., 2011; TEICHMANN; 2000).

De acordo com Sebess (2008), o método grelhar utiliza uma fonte de calor localizada abaixo da superfície de cozimento. Os alimentos grelhados em geral são identificados por suas marcas entrecruzadas dadas pelas grades em que ficam apoiados. Grelhar é o método que consiste na cocção utilizando uma chapa de metal quente, colocada sobre brasas ou

diretamente no fogão elétrico ou a gás, ou grelhas, o objetivo é fechar os poros do alimento e reter os sucos. Neste método, a temperatura varia entre 220 e 250 °C (ARAÚJO et al., 2011).

O método assar envolve simultaneamente transferência de massa e de calor. Este último é transferido para dentro do alimento através das superfícies quentes e do ar no forno, enquanto a umidade é transferida do alimento para o ar que o circunda e depois é removida do forno (FELLOWS, 2006). O calor é transmitido por condução no interior do alimento e por convecção pelo aquecimento do ar que circula dentro do forno. O método compreende a cocção dos alimentos em fornos ou espetos, sem tampa e sem adição de líquidos, em temperatura que varia entre 180 e 230 °C (ARAÚJO et al., 2011). Sebess (2008) define o método assar como o processo de envolver os alimentos com ar seco e quente em um ambiente fechado, assim, a superfície do alimento desidrata e permite que adquiram cor dourada intensa.

Em um forno, o calor passa para a superfície do alimento pela combinação da radiação infravermelha, proveniente das paredes do forno, por convecção do ar que circula no forno e por condução através da forma ou bandeja em que o alimento está. A radiação infravermelha é absorvida para dentro do alimento e convertida em calor. O ar, outros gases e o vapor úmido contidos dentro do forno transferem o calor por convecção (FELLOWS, 2006).

Quando um alimento é colocado em um forno quente, a baixa umidade do ar no forno gera um gradiente de pressão de vapor que causa a evaporação da umidade na superfície do alimento; isso, em troca, cria o movimento da umidade do interior do alimento para a superfície. Quando a taxa de perda de umidade da superfície é maior que a taxa de movimento do interior, a zona de evaporação modifica-se no interior do alimento para dentro dele e a superfície seca, sua temperatura sobe até a temperatura do ar quente (110 a 240 °C) e uma crosta é formada. Essas mudanças realçam a qualidade sensorial e retêm a umidade na massa do alimento (FELLOWS, 2006).

Fritar é imergir o alimento em óleo (como o de girassol, milho e de amendoim) na temperatura em torno de 180 – 190 °C. Quando a quantidade de óleo cobre parcial ou totalmente o alimento, a transmissão de calor acontece por condução, da panela para o óleo, sendo distribuído ao alimento por convecção (ARAÚJO et al., 2011; SEBESS, 2008).

O método de vapor consiste em submeter o alimento ao vapor da água ou de outros líquidos, com ou sem pressão. Ao atingir o alimento frio, o vapor condensa e libera calor. Quando a temperatura atinge a temperatura próxima a temperatura do vapor, a taxa de condensação se reduz. Especificamente, no vapor em *papillotte*, o alimento é enrolado hermeticamente em uma folha de papel manteiga, papel alumínio ou mesmo em folha de

bananeira, palha de milho e colocado no forno para cocção (ARAÚJO et al., 2011). Neste método, os líquidos de cozimento se transformam em vapor e transmitem seu calor e seu aroma aos alimentos (que não estarão em contato direto com a água) (SEBESS, 2008).

O *pocher* é um método de cocção em pequena quantidade de líquido quente (água, leite, vinho) abaixo da temperatura de ebulição. O alimento pode permanecer no líquido até que este atinja a temperatura de ebulição, sendo, então, retirado; pode ser submerso e retirado rapidamente; e, por fim, pode permanecer no meio até ficar macio sem atingir a temperatura de ebulição (ARAÚJO et al., 2011).

O método *sous-vide*, também conhecido como cocção a vácuo, consiste no cozimento dos alimentos em seu próprio vapor dentro de embalagens plásticas seladas a vácuo em tanques com água aquecida. Após a cocção, os alimentos são rapidamente resfriados (ARAÚJO et al., 2011). Mais detalhadamente, os ingredientes são embalados, sob vácuo, em materiais estáveis ao calor e com alta barreira a gases, cozidos por ar quente, vapor ou água a 70-100 °C e após resfriados rapidamente. Os produtos são então armazenados e distribuídos, sob refrigeração, de modo a inibir o crescimento de micro-organismos aeróbios. O prazo de validade dos produtos *sous-vide* varia de 7 a 45 dias, dependendo da composição dos alimentos, de seu processamento e regulamentos legais (COBOS; DIAZ, 2007).

A cocção *sous-vide* começou a ser empregada no início dos anos 1960, sendo usada em restaurantes, *catering* e processamento industrial (particularmente para carnes e produtos cárneos). Este método está se tornando cada vez mais popular, pois oferece alimentos convenientes, prontos para comer, de alta qualidade organoléptica, evita perdas por evaporação de água e de aromas voláteis durante o tratamento térmico, ao mesmo tempo em que também mantém a qualidade nutricional, reduzindo a perda de nutrientes por lixiviação e oxidação durante a preparação e armazenamento refrigerado (COBOS; DIAZ, 2007).

De acordo com Baldwin (2012), o método *sous vide* difere dos métodos de cocção tradicional em dois pontos fundamentais, isso porque os alimentos crus são selados a vácuo em embalagens plásticas de grau alimentar estáveis ao calor e os alimentos são cozidos com preciso controle de temperatura. A embalagem à vácuo tem várias vantagens, permite que o calor possa ser eficazmente transferido da água (ou do vapor) para o alimento; aumenta a vida de prateleira dos alimentos, eliminando o risco de re-contaminação durante o armazenamento; inibe os sabores indesejáveis da oxidação e evita perdas por evaporação de compostos voláteis de aroma e umidade durante o cozimento; reduz o crescimento de

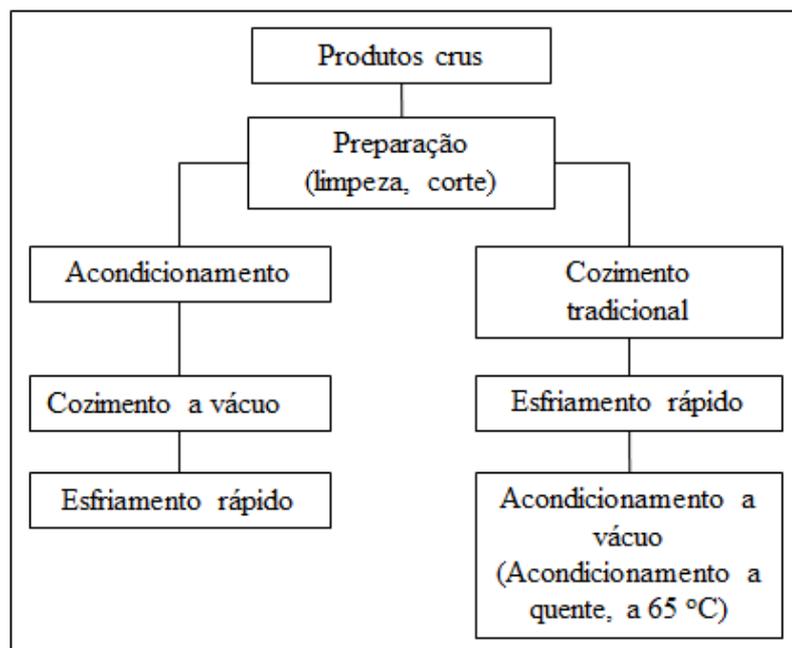
bactérias aeróbicas; resulta em alimentos especialmente saborosos e nutritivos (BALDWIN, 2012).

Por sua vez, o controle preciso da temperatura tem como benefícios: permitir a reprodutibilidade quase perfeita; permitir um maior controle sobre o cozimento do que os métodos tradicionais de cocção; os alimentos podem ser pasteurizados e produzidos de modo seguro a temperaturas mais baixas, de modo que não precisam ser bem passados para garantir sua segurança; cortes duros de carne (tradicionalmente assados para se tornarem macios) podem se tornar macios em cozimento médio (BALDWIN, 2012).

Ainda segundo Baldwin (2012), o *sous vide* pode assumir duas formas: cozinhar-manter (*cook-hold*) ou cozinhar-servir (*cook-serve*) que consiste em embalar o alimento a vácuo, aquecer ou pasteurizar, fazer o acabamento e servir; cozinhar-resfriar (*cook-chill*) ou cozinhar-congelar (*cook-freeze*) caracterizado por embalar o alimento a vácuo, pasteurizar, esfriar rapidamente, manter refrigerado ou congelado, reaquecer, fazer o acabamento e servir.

Sebess (2008) apresenta um fluxograma para diferenciar a conservação a vácuo, realizada após o cozimento tradicional do cozimento à vácuo (*sous-vide*), ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Conservação a Vácuo *versus* Cozimento a Vácuo



Fonte: Sebess (2008).

O método *sous-vide* é mais eficiente na preservação da qualidade sensorial, principalmente o sabor e a textura, e nutricional do alimento e no aumento de sua vida de prateleira que os métodos tradicionais anteriormente citados (ARMSTRONG; MCILEVEEN, 2000; RESURRECCION, 2003; GARCÍA-SEGOVIA; ANDRÉS-BELLO; MARTÍNEZ-MONZÓ, 2007; VAUDAGNA et al., 2008; SEBASTIÁ et al., 2010; PULGAR; GÁZQUEZ; RUIZ-CARRASCAL, 2012).

2.2.1 Modificações nas carnes decorrentes da cocção

Os alimentos sofrem modificações durante a cocção em função do seu teor de umidade e composição de gorduras, proteínas e carboidratos estruturais (celulose, amido e pectina) e da temperatura e duração do aquecimento (FELLOWS, 2006). A cocção das carnes objetiva torná-las mais palatáveis, macias e digeríveis. Além disso, é um fator de segurança, pois diminui ou elimina a presença de microrganismos (ARAÚJO et al., 2011).

Os métodos de cocção produzem preparações com textura, cores e sabores diferentes. Durante a cocção, a consistência da carne varia em função do tempo e temperatura empregados, bem como do corte, do tipo de fibras musculares e de tecido conectivo. (ARAÚJO et al., 2011).

Segundo Fellows (2006), na cocção da carne, a gordura funde e se dispersa como óleo no alimento ou escorre para fora como parte das “perdas por gotejamento”. O colágeno é solubilizado abaixo da superfície e forma gelatina. Os óleos são dispersos pelos canais produzidos na carne. As proteínas desnaturam-se e perdem suas capacidades de retenção de água, retraindo-se. Isso provoca a saída de outras gorduras e de água, o que endurece e encolhe o alimento. Quando se aumenta ainda mais a temperatura, ocorre a destruição de microrganismos e a textura se torna mais crocante e dura com a formação de uma crosta porosa formada pela coagulação, pela degradação e pela pirólise parcial da proteína.

Em geral, enquanto a cocção torna o tecido conjuntivo mais macio ao converter o colágeno em gelatina, ela coagula e tende a endurecer as proteínas miofibrilares. Esses efeitos dependem do tempo e da temperatura, sendo o primeiro mais importante para o amaciamento do colágeno e o último mais crítico para o endurecimento miofibrilar (LAWRIE, 2005; PARDI et al. 2005).

De acordo com Araújo et al. (2011), a capacidade emulsificante das proteínas diminui com o aquecimento. As gorduras se fundem, pois as células do tecido adiposo se rompem,

provocando uma redistribuição de gordura no alimento. A Figura 2 resume as transformações que ocorrem na carne com a variação da temperatura da mesma.

O cozimento excessivo da carne faz com que essas percam maciez e suculência, em razão do calor promover a movimentação das moléculas, sendo que as de água livre passam para o estado de vapor, saindo da carne. As carnes provenientes desta cocção são ditas bem passadas e possuem coloração amarronzada, devido à desnaturação mais intensa da molécula de mioglobina, em decorrência do maior tempo de cozimento (ARAÚJO et al., 2011).

Figura 2 - Características das carnes no processo de cocção

Temperatura da carne	Ponto de cocção	Características
40 - 50 °C	Cru	Coloração vermelha-escura; consistência macia; tecido conjuntivo intacto. Extravasamento inicial de líquidos da estrutura proteica. Coagulação inicial das proteínas.
50 - 60 °C	Mal Passado	Coloração vermelha-clara, tornando-se opaca; consistência de macia firme; tecido conjuntivo intacto. Coagulação da miosina. Carne suculenta ao corte. Início da fusão da gordura (goteio).
60 - 70 °C	Ao Ponto	Coloração externa cinza-amarronzada e, interna, rosada; consistência mais firme pelo encurtamento das fibras e perda de líquido. Inicia-se a desnaturação e coagulação das proteínas. Menor exsudação de líquidos.
70 - 80 °C	Bem Passado	Coloração interna e externa cinza-amarronzada; consistência enrijecida e menos suculenta. Dissolução inicial do tecido conectivo.
Acima de 80 °C	Muito Bem Passado	Coloração escura (de marrom a preta); consistência rígida e seca. Rompimento das paredes celulares e liberação de gordura. Dissolução do tecido conectivo. Desnaturação e coagulação da actina.

Fonte: Araújo et al. (2011).

A cor marrom-dourado, própria de alimentos cozidos, é consequência das reações de Maillard, da caramelização de açúcares e dextrinas (presente nos alimentos ou produzidas pela hidrólise de amidos) em furfural e hidroximentil furfural e à carbonização de açúcares, gorduras e proteínas (FELLOWS, 2006).

Especificamente nas carnes, o tratamento térmico altera significativamente sua pigmentação. A mioglobina se desnatura entre 80 °C e 85 °C. Assim, durante o cozimento, a mioglobina pode ser desnaturada, formado pigmento de cor pardo-clara, denominados mio-

hemocromogênio (Fe^{+2}), ou de cor marrom-escuro, mio-hemicrogênio (Fe^{+3}). Os produtos da reação de caramelização e de Maillard também contribuem para coloração da carne cozida (ARAÚJO et al., 2011).

O aquecimento rápido dos alimentos produz uma crosta impermeável que mantém a umidade e a gordura e protege os nutrientes e os componentes do sabor da degradação. Uma característica da carne assada é a formação de uma crosta seca que contém a maior parte da umidade do alimento. Por outro lado, um aquecimento mais lento possibilita que maiores quantidades de umidade saiam da superfície do alimento antes que ela seja selada pela crosta, tornando o interior do alimento mais seco (FELLOWS, 2006).

As altas temperaturas e o baixo teor de umidade nas camadas superficiais causam a caramelização dos açúcares e a oxidação dos ácidos graxos para aldeídos, lactonas, cetonas, alcoóis e éteres, compostos responsáveis por propiciar ao alimento diversos aromas. A reação de Maillard e a degradação de Strecker também produzem diferentes aromas, de acordo com a combinação de aminoácidos livres e açúcares presente em cada alimento em particular. Cada aminoácido produz um aroma característico quando aquecido com um determinado açúcar, devido à produção de um aldeído específico (FELLOWS, 2006).

O tipo de aroma depende da combinação específica de gorduras, aminoácidos e açúcares presentes nas camadas superficiais do alimento, da temperatura e do teor de umidade do alimento ao longo do período de aquecimento e do tempo de cocção. Um aquecimento excessivo dos alimentos degrada alguns dos compostos voláteis produzidos pelos mecanismos citados e produz aroma de queimado ou defumado (FELLOWS, 2006).

O sabor, também conhecido como *flavor*, pode ser desenvolvido através: da formação e interação de substâncias voláteis; da desnaturação de proteínas; da solubilização e decomposição de gordura; da liberação de purinas; e do aparecimento da reação de Maillard. Os produtos que aparecem nessa reação também variam de acordo com a temperatura e o tempo de cocção, sendo responsáveis pelo sabor das carnes e pelo desenvolvimento de uma cor mais escura e atraente. A cocção de carnes em temperatura excessiva e longo tempo propicia uma maior decomposição dos componentes alimentares, alterando o odor e o sabor, que se torna amargo (ARAÚJO et al., 2011).

As carnes preparadas em calor seco têm seus sabores e odores concentrados, dependendo do tempo e da temperatura de exposição. Outros fatores que influenciam são o tamanho das peças de carne, a superfície de contato com ar quente ou óleo e maciez do corte. As técnicas de cocção mais empregadas na carne são: assar, grelhar, refogar e fritar (ARAÚJO et al., 2011).

Ordóñez (2005) afirma que o método de cocção é o fator que mais influencia na suculência da carne. De modo geral, os procedimentos que acarretam menos perda de suco e gordura são os que produzem carnes mais suculentas. Em virtude disso, a diminuição da suculência está diretamente ligada com as perdas pelo cozimento e com a intensidade do tratamento aplicado.

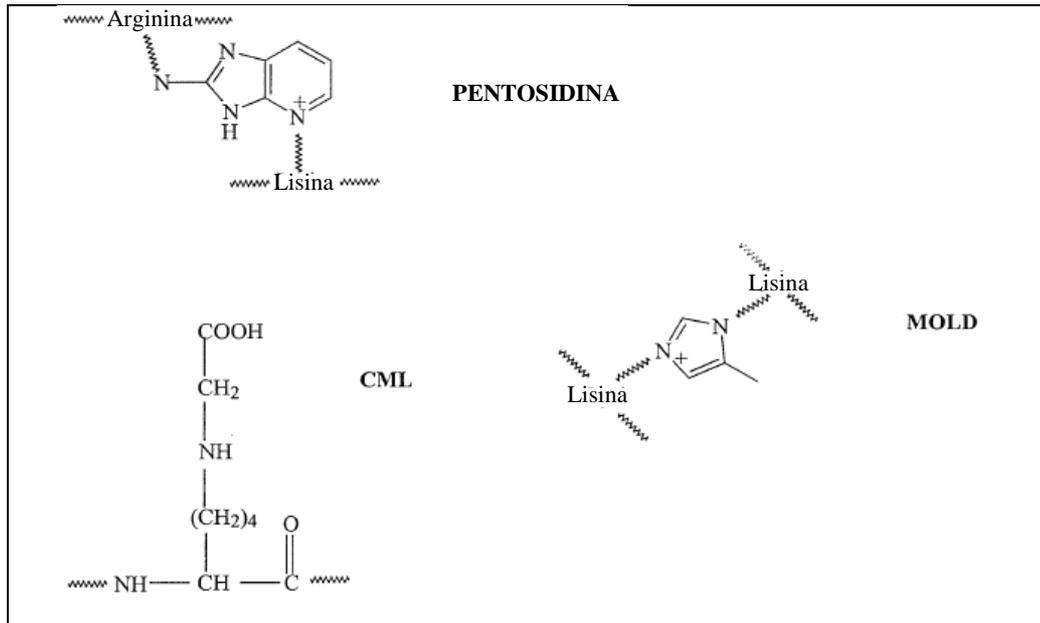
2.3 Produtos de Glicação Avançada - AGEs

As cocções utilizadas no preparo dos alimentos ocasionam inúmeras complicações, tais como, a formação dos produtos de glicação avançada (AGEs), conforme Goldberg et al. (2004), que constituem um grupo heterogêneo de moléculas produzidas endogenamente a partir da glicação não enzimática de proteínas, lipídeos e ácidos nucléicos. Podem se formar também a partir da peroxidação lipídica, recebendo o nome de produtos finais da lipoxidação avançada (ALEs). Por outro lado, essas reações, também conhecidas como de escurecimento não enzimático, originam compostos responsáveis pelo aroma, sabor e cor de alimentos que são fundamentais para sua aceitação e consumo (BASTOS et al., 2011).

Monnier (2003) relata que os AGEs constituem grande variedade de substâncias formadas a partir de interações amino carbonilo, de natureza não-enzimática, entre açúcares redutores ou lipídeos oxidados e proteínas, aminofosfolipídeos ou ácidos nucléicos. Singh et al. (2001) e Uribarri et al. (2003a) citam como exemplos de AGEs: a N-6-carboximetilisina (CML), a pentosidina e o dímero metilglioxal-lisina (MOLD) (Figura 3). Além desses, Shibao e Bastos (2011) indicam a carboxietilisina, a pirralina e a glicosepana.

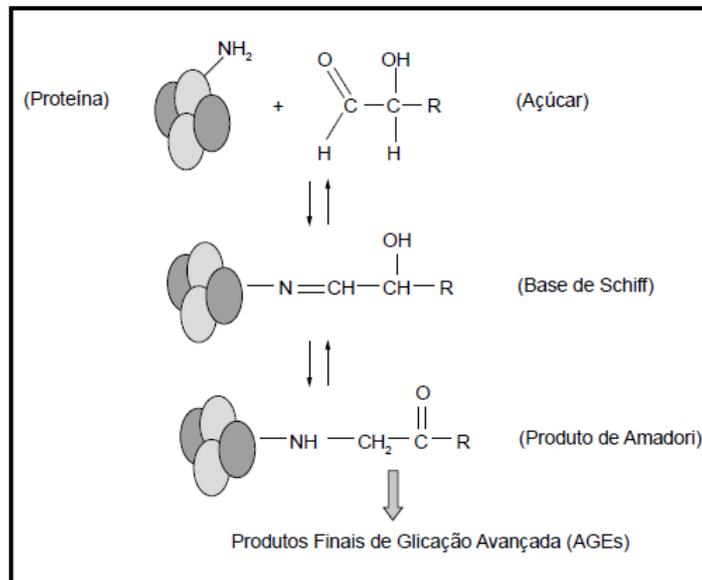
A via clássica da reação de Maillard, ilustrada na Figura 4, também denominada de glicação, inicia-se com a formação de base de Schiff instável, gerada pela condensação do grupamento carbonila de um açúcar redutor, como a glicose, com um grupamento amina, oriundo do aminoácido lisina, por exemplo, composto especialmente suscetível à reação. A base de Schiff sofre rearranjos, tornando essa estrutura mais estável, o produto de Amadori, modernamente conhecido como *early Maillard reaction products (early MRPs)* ou produtos iniciais da reação de Maillard. A hemoglobina glicosilada e a frutosamina são conhecidos exemplos de produtos de Amadori. Os produtos de Amadori gerados possuem grupos carbonilas reativos, que se condensam com grupos aminas primários acessíveis, dando origem aos produtos avançados da reação de Maillard – AGEs (BARBOSA; OLIVEIRA; SEARA, 2008; 2009; BEM; KUNDE, 2006).

Figura 3 – Estruturas químicas de moléculas de AGEs



Fonte: Adaptado de Singh et al. (2006).

Figura 4 - Representação visual da formação de AGEs



Fonte: Bem e Kunde (2006).

Segundo Barbosa, Oliveira e Seara (2008), existem ainda mecanismos alternativos de formação de AGEs que incluem a via do “estresse carbonílico”, na qual a oxidação de lipídeos ou de açúcares origina compostos dicarbonílicos intermediários altamente reativos.

De acordo com Huebschmann et al. (2006), a formação de AGEs também ocorre *in vivo*, podendo envolver neutrófilos, monócitos e macrófagos, os quais, após estímulo

inflamatório, produzem mieloperoxidase e a enzima NADPH oxidase, que induzem a formação de AGEs por meio da oxidação de aminoácidos.

2.3.1 Efeito dos AGEs no organismo humano

Goldberg et al. (2004) relatam que os efeitos patológicos dos AGEs e ALEs estão relacionados com a sua capacidade de modificar as propriedades químicas e biológicas de moléculas e sua capacidade para ligar em vários receptores celulares promovendo estresse oxidativo celular e ativação celular, significativos para o sistema imune. Os AGEs foram relacionados ao desenvolvimento e à progressão da diabetes, bem como complicações renais, aterosclerose, artrite, osteoporose e mal de Alzheimer (BARBOSA; OLIVEIRA; SEARA, 2008; 2009; GOLDBERG, 2004; BOHLENDER et al. 2005; LUEVANO-CONTRERAS, CHAPMAN-NOVAKOFSKI, 2010).

Tanji et al. (2000), Kalousova, Skrha e Zima (2002), Stitt, Jenkins e Cooper (2002), Tan et al. (2002), Candido et al. (2003), Basta, Schmidt e Caterina (2004), Jakuš e Rietbrock (2004) e Goh e Cooper (2008), entre outros, apresentam estudos sobre a relação entre os AGEs e a diabetes. Por sua vez, Peppas, Uribarri e Vlassara (2004), Falcone (2005) e Hartog et al. (2008) estudaram a influência dos AGEs na aterosclerose, enquanto Drinda et al. (2005) e Pullerits et al. (2005) na artrite. Já Hein (2006) e Ji et al. (2009) comentam a relação entre os AGEs e a osteoporose, ao passo que Masayoshi et al. (2004) e Masayoshi e Sho-ichi (2008) entre os AGEs e o mal de Alzheimer.

De acordo com Uribarri e Tuttle (2006), as dietas ricas em proteínas são prejudiciais para os rins; os AGEs são metabólitos que causam danos nos rins; os AGEs derivados de proteína da dieta produzem alterações estruturais e funcionais envolvidas nos danos nos rins, contribuindo, dessa forma, com os processos inflamatórios da diabetes e doença renal.

Especificamente na diabetes, doença mais discutida relacionada aos AGEs, as altas concentrações plasmáticas de glicose conduzem ao desenvolvimento de degenerações crônicas como cardiopatia, nefropatia, retinopatia e neuropatia. Assim, a diabetes é considerada a principal causa de cegueira, insuficiência renal, neuropatias debilitantes e doenças cardiovasculares. A via de formação dos AGEs é considerada um dos mecanismos mais importantes pelos quais a hiperglicemia leva ao desenvolvimento das lesões vasculares associadas ao diabetes (BARBOSA; OLIVEIRA; SEARA, 2009; URIBARRI et al., 2005; GOLDIN et al., 2006).

Koschinsky et al. (1997) afirmam que a restrição da ingestão de AGEs provenientes da dieta pode reduzir significativamente a carga de AGEs em pacientes diabéticos e, possivelmente, melhorar o prognóstico. Segundo Goldberg et al. (2004) e Uribarri et al. (2003b), dietas com restrição de AGEs resultaram em redução significativa dos níveis circulantes destas moléculas juntamente com a diminuição da progressão da doença em modelos animais de aterosclerose, diabetes, bem como em pacientes diabéticos com função renal normal e em não diabéticos com insuficiência renal mostrando que AGEs provenientes da dieta podem constituir um fator de risco crônico para lesão no tecido.

Os resultados do estudo de Sho-ichi, Seiji e Seiya (2007) sugerem que a restrição de AGEs derivados de alimentos ou a inibição da absorção de AGEs dietéticos pode ser um novo alvo para intervenção terapêutica nos distúrbios relacionados aos AGEs, como as complicações vasculares da diabetes, doenças neurodegenerativas e o câncer.

Bastos et al. (2011) relatam que a redução de 50% na ingestão de AGEs durante um mês na dieta de indivíduos diabéticos resultou no decréscimo dos teores plasmáticos destes compostos na ordem de 30%. Os mesmos autores recomendam que a ingestão diária máxima seja de 16.000 kU AGEs (expressos como carboximetilisina - CML), nível considerado seguro aos portadores de diabetes. A CML tem sido empregada como o principal indicador do teor de AGEs em alimentos, uma vez que é o produto de glicação avançada mais estudado *in vivo* e que a metodologia de análise está bem estabelecida. Um terço da ingestão diária máxima recomendada pode ser alcançada com o consumo de apenas 100 g de peito de frango frito, que contém aproximadamente 4.700 kU – expressos em CML (SHIBAO; BASTOS, 2011).

Segundo Peppia e Vlassara (2005), os AGEs provenientes da dieta são absorvidos no trato gastrointestinal (-10%) e se encaminham para o fígado e outros tecidos, sendo 1/3 excretado na urina e o restante está envolvido na diabetes.

De acordo com Barbosa, Oliveira e Seara (2009), os AGEs podem danificar as células por meio de três mecanismos básicos: modificação de estruturas intracelulares, incluindo aquelas envolvidas com a transcrição gênica; interação de AGEs com proteínas da matriz extracelular, modificando a sinalização entre as moléculas da matriz e a célula, gerando uma disfunção; modificação de proteínas ou lipídeos sanguíneos que podem se ligar a receptores específicos, promovendo a produção de citocinas inflamatórias e de fatores de crescimento, os quais, por sua vez, contribuem para a doença vascular.

A presença e o acúmulo de AGEs em muitos tipos de células diferentes afetam a estrutura e função extra e intracelular. Os AGEs contribuem para uma variedade de

complicações micro e macrovasculares, por meio da formação de ligações cruzadas entre as moléculas da membrana basal da matriz extracelular e através do acoplamento do receptor para produtos finais de glicação avançada (GOLDIN et al., 2006).

2.3.2 AGEs nos alimentos

A formação de AGEs nos alimentos está associada à utilização de altas temperaturas e baixa umidade nos métodos de preparo dos alimentos (SUMAYA-MARTÍNEZ et al., 2006; BARBOSA; OLIVEIRA; SEARA, 2008). Altas concentrações de AGEs também são encontradas em alimentos industrializados, especialmente os alimentos ricos em proteínas, lipídios e açúcares, típicos dos hábitos ocidentais (NEGREAN *et al.*, 2007; GOLDIN et al., 2006).

A dieta é considerada a principal fonte exógena de AGEs potencialmente prejudiciais à saúde, sendo sua formação nos alimentos afetada pela composição em nutrientes, temperatura e pelo método de tratamento térmico aplicado em sua preparação. Esses AGEs dietéticos se somam aos AGEs endógenos, favorecendo o surgimento e a progressão das diversas complicações do diabetes. Dessa forma, a dieta possui papel importante no tratamento do diabetes e na prevenção ou redução do ritmo de desenvolvimento de suas complicações. Atualmente, as estratégias nutricionais recomendadas centram-se na proporção em nutrientes e na restrição energética, não considerando o risco relacionado aos métodos de processamento dos alimentos (BARBOSA; OLIVEIRA; SEARA, 2009; URUBARRI et al., 2002). Por isso, Nicoletti (2007) relata que há o desafio de identificar maneiras alternativas de preparo dos alimentos, aliando a qualidade nutricional e uma mínima interferência nas características sensoriais.

Goldin (2006) afirma que os alimentos com alto teor de proteína e gordura, como carnes, queijos e gema de ovo, possuem elevada quantidade de AGEs, enquanto os alimentos ricos em carboidratos têm os menores teores. Além disso, temperaturas de cocção elevadas, como as empregadas nos métodos grelhar e fritar, e maiores tempos de cozimento aumentam a quantidade de AGEs. A Tabela 4 mostra o teor de AGEs para cada grupo de alimentos classificados pela Associação Americana de Diabetes.

Tabela 4 - Produtos finais da glicoxidação (AGEs) contidos em alimentos preparados por métodos de cozimento padrão

Alimento	AGEs (kU/g ou /mL de alimento)
GORDURAS	
Amêndoas	66,5 kU/g
Óleo, azeite de oliva	120,0 kU/mL
Manteiga	265,0 kU/g
Maionese	94,0 kU/g
PROTEÍNAS	
Peito de frango grelhado por 15 minutos	58,0 kU/g
Peito de frango frito por 15 minutos	61,0 kU/g
Carne bovina cozida por 1 hora	22,0 kU/g
Carne bovina grelhada por 15 minutos	60,0 kU/g
Atum assado por 40 minutos	6,0 kU/g
Atum grelhado por 10 minutos	51,0 kU/g
Queijo americano	87,0 kU/g
Queijo brie	56,0 kU/g
Ovo frito	27,0 kU/g
Gema de ovo cozida	12,0 kU/g
Tofu cru	8,0 kU/g
Tofu grelhado	41,0 kU/g
CARBOIDRATOS	
Pão de trigo	0,54 kU/g
Panqueca caseira	10,0 kU/g
Leite de vaca	0,05 kU/mL
Leite humano	0,05 kU/mL
Fórmula infantil	4,86 kU/mL
Maçã	0,13 kU/g
Banana	0,01 kU/g
Cenoura	0,1 kU/g
Feijão verde	0,18 kU/g

Fonte: Goldberg et al. (2004).

Outros autores estudaram o teor de AGEs em diferentes grupos de alimentos. Bastos et al. (2011) avaliaram sua presença em alimentos processados usualmente consumidos pelos brasileiros de diferentes marcas comerciais: cereais matinais (de milho, açúcar e chocolate), café, leite em pó e gelatina diet. Os autores constataram que os produtos analisados podem ser classificados, com exceção do café, como alimentos com baixo teor de AGEs, tendo o leite em pó o menor conteúdo. Além disso, observaram que a carboximetilisina (CML) foi o AGE presente em maior concentração nos alimentos investigados.

A composição de nutrientes dos alimentos, a umidade e pH, a aplicação de temperatura, o método de cocção e a duração do calor são fatores desencadeantes da geração de AGEs em alimentos durante o cozimento. Alimentos ricos em lipídios e proteínas apresentam níveis de AGEs mais elevados. Isto resulta em níveis elevados de radicais livres liberados durante a lipoxidação. A glicoxidação e a lipoxidação são promovidas pelo calor, ausência de umidade e presença de metais, fatores importantes na produção de gorduras comestíveis. Entretanto, temperatura e métodos de cocção parecem ser mais críticos para a formação de AGEs do que o tempo de cozimento. Isto é evidenciado nos valores superiores de AGEs encontrados em amostras grelhadas a 230 °C por um curto período de tempo quando comparadas com amostras cozidas em meio líquido, por períodos mais prolongados (GOLDBERG et al., 2004; URIBARRI et al., 2005).

Uribarri et al. (2010) corroboram afirmando que o calor seco promove a formação de AGEs em quantidades entre 10 e 100 vezes acima do alimento cru em todas as categorias de alimentos. Os derivados de origem animal, que são ricos em gordura e proteína, são geralmente ricos em AGEs e propenso a nova formação de AGEs durante o cozimento. Por outro lado, alimentos ricos em carboidratos, como legumes, frutas, grãos integrais e leite contêm relativamente poucos AGEs, mesmo após o cozimento. Em seu estudo, a formação de novos AGEs durante o cozimento foi impedida pela aminoguanidina e significativamente reduzida sob cozimento com calor úmido, utilizando tempos de cocção mais curtos, temperaturas de cozimento mais baixas e com o uso de ingredientes ácidos, como suco de limão ou vinagre.

Além desses fatores, Shibao e Bastos (2011) citam que a ocorrência da reação em alimentos depende da: atividade de água na faixa de 0,4 a 0,7; pH na faixa de 6 a 8 (preferencialmente alcalino); umidade relativa de 30% a 70%; presença de íons metálicos de transição como Cu^{2+} e Fe^{2+} , que podem catalisar a reação. Ainda há a influência do tipo de açúcar redutor e de aminoácido na velocidade da reação. O açúcar redutor mais reativo é a xilose, seguida de arabinose, glicose, maltose e frutose, indicando que as pentoses são mais

reativas do que as hexoses. A lisina é cerca de 2 a 3 vezes mais reativa quando comparada aos outros aminoácidos. Na sequência, os aminoácidos arginina, fenilalanina, leucina, isoleucina e valina são os mais reativos, seguidos dos aminoácidos ácido glutâmico e ácido aspártico. A cisteína é menos reativa.

Em relação aos pacientes diabéticos, Goldberg et al. (2004) referem que os mesmos apresentam uma ingestão diária de 18.000 ± 7.000 kU AGEs, valor consideravelmente alto. Estas maiores proporções se devem ao fato destes pacientes consumirem uma dieta com alto teor proteico (carnes grelhadas/fritas/assadas). Sendo, portanto, *Diabetes mellitus*, uma das patologias mais acometidas de forma significativa pelos AGEs formados a partir de processos de cocção em altas temperaturas.

A ingestão de AGEs na dieta ocidental aumentou cerca de cinquenta vezes, nos últimos 50 anos, em especial na dieta de adolescentes, devido à tendência de alimentação em *fast foods* e o alto consumo de alimentos fritos ou submetidos a outros tipos de processamento térmico (DELGADO-ANDRADE et al., 2007). Uribarri et al. (2005) estimaram que o consumo diário de AGEs nos Estados Unidos, baseado no registro da ingestão durante três dias por 90 indivíduos saudáveis, é em média de 16.000 ± 5.000 kU AGEs.

Em geral, os alimentos ricos em lipídios e proteínas apresentam os mais altos níveis de AGEs; por exemplo, os grupos de gordura e de proteína (carne) contêm 30 e 12 vezes mais AGEs do que o grupo de carboidrato, respectivamente. A temperatura e o método de cocção parecem ser mais críticos para a formação de AGE que o tempo de cozimento. Claramente, as carnes e os produtos processados derivados de carne submetidos ao calor seco elevado, como grelhar, fritar e assar, são as principais fontes de AGEs (URIBARRI et al., 2005).

3 METODOLOGIA

3.1 Cortes de carne

Os cortes de carne utilizados foram peito de frango e filé de carne bovina adquiridos em supermercado local. O peito de frango foi adquirido em embalagens de isopor com plástico filme de 700 g refrigeradas, sendo sempre da mesma marca. O filé de gado foi adquirido na forma de peça inteira, variando entre 1,2 e 2,5 kg, no balcão do açougue.

Inicialmente, retirou-se totalmente a gordura das carnes. Na sequência, as mesmas foram embaladas em plástico filme dando-lhes formato cilíndrico e armazenadas por 16 h em temperatura de congelamento. Após, as carnes foram cortadas em porções de 30 g e salgadas com 0,3 g de sal, metade em cada lado, e, então, submetidas aos diferentes métodos de cocção.

3.2 Métodos de cocção

Foram aplicados em cada corte de carne um método cocção de baixa temperatura (menor que 100 °C), *sous-vide*, e em comparação a dois métodos clássicos de alta temperatura (maior que 100 °C), grelhar e assar. Os tempos de cocção variaram de acordo com o método empregado.

3.2.1 Método de cocção em baixa temperatura

O método de cocção em baixa temperatura utilizado foi o *sous-vide*, que não ultrapassa 120 °C. Foi aplicada uma temperatura de 65 °C, conforme sugerido por Baldwin (2012) para evitar a perda de água, durante 30, 36 e 42 minutos (experimentos anteriores). Os cortes de 30 g de carne foram salgados e embalados a vácuo, utilizando a embaladora a vácuo (Supervac 400, Sulpack, Caxias do Sul, Brasil) e mergulhado em recipiente com água e com um termocirculador (Roner D, ICC, Barcelona, Espanha).

3.2.2 Métodos de cocção em alta temperatura

Para os métodos de alta temperatura foram utilizados aqueles que utilizam temperaturas acima de 120 °C.

No método grelhar, a cocção foi feita utilizando-se uma frigideira, colocada diretamente sobre o fogão a gás, na qual foi disposto o alimento utilizando-se pouca quantidade de gordura e uma temperatura de 180 °C a 220 °C durante 3, 9, e 15 minutos.

No método assar, foi utilizado o forno a gás onde o corte foi disposto em assadeira com pouca gordura a uma temperatura de 180 °C durante 9, 15 e 21 minutos.

3.3 Análise dos AGEs

A concentração de AGE nas amostras de filé ou frango foi determinada utilizando OxiSelect[®] Advanced Glycation End Product (AGE) ELISA kit (Cell Biolabs Inc., San Diego, CA, USA) de acordo com as instruções do fabricante. Brevemente, cerca de 30 mg de amostra foi individualmente homogeneizada em tampão contendo: Tris-HCl 10M, pH 7,20 e Tween-20 0,1% e diluídas em 1x PBS. Então, 100 µL da curva padrão de AGE-BSA ou da amostra (10 µg/mL) foram incubados por 2 horas a 37°C em microplaca. Após o bloqueio, os produtos de AGE presentes nas amostras e nos padrões foram reconhecidos por um anticorpo policlonal anti-AGE, seguido por um anticorpo secundário conjugado à peroxidase. A reatividade da peroxidase foi medida pela incubação com o substrato por até 30 min. A reação de cor foi quantificada em um leitor de microplacas (SpectraMax M5, Molecular Devices, LLC, CA, USA) a 450 nm. A curva padrão AGE-BSA para fins de quantificação da concentração de AGE nas amostras escalou de 0 a 8 µg/mL.

Os cortes utilizados nestas análises foram o filé e o peito crus, cozidos em *sous-vide* por 30 e 42 minutos e grelhados por 3 e 15 minutos, visado à avaliação do efeito do tempo sobre as alterações nos alimentos.

3.4 Análise de proteína solúvel

A quantidade de proteína solúvel foi analisada através do método de Bradford (Bradford, 1976), em cada método de cocção e para todos os tempos. Para realização desta análise, as amostras foram homogeneizadas da mesma forma que para a análise de AGEs. A curva padrão para dosagem de proteínas foi construída utilizando-se albumina de soro bovino (BSA) a uma concentração de 2 a 20 µg/mL, em tampão PBS. A dosagem das amostras foi realizada com microplacas de 96 poços de fundo chato, onde foram adicionados 60 µL de amostra (previamente diluída em tampão PBS), 180 µL de tampão PBS e 60 µL do reagente de Bradford, totalizando 300 µL de volume. Cada poço foi homogeneizado e feita a medida

da absorvância a 595 nm utilizando um leitor de microplacas (SpectraMax M5, Molecular Devices, LLC, CA, USA). As leituras foram realizadas em duplicata.

Os cortes, métodos e tempos de cocção empregados nesta análises foram os mesmos do que os para a quantificação de AGEs.

3.5 Composição proximal e de minerais

A composição proximal e de minerais foram realizadas de acordo com os métodos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005). A determinação da umidade foi realizada pelo método de secagem em estufa a 105 °C até peso constante. O resíduo mineral fixo foi determinado por incineração em forno de mufla a 550 °C. Os lipídios foram quantificados por extração com éter etílico através do uso do extrator Soxhlet. As proteínas foram determinadas pelo método de Kjeldahl. Sais minerais por fotometria de chama. Os carboidratos foram determinados por diferença.

Os cortes submetidos a estas análises foram o filé e o peito crus, cozidos em *sous-vide* por 30 e 36 minutos e grelhados por 3 e 9 minutos, visando à avaliação do efeito do tempo sobre as alterações nos alimentos.

3.6 Análise sensorial

O teste de aceitação foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial, em cabines individuais, sob condições de iluminação, ruídos e temperatura controlados, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Bento Gonçalves nos dias 28 de maio e 4 de junho de 2014 entre 17 h e 19 h. Na primeira sessão foram avaliadas quatro amostras de filé de gado: assada (15 min), grelhada (9 min), *sous-vide* (36 min) e *sous-vide* (36 min) maçaricado. Na segunda foram analisadas quatro amostras de peito de frango submetidos aos mesmos métodos de cocção.

As amostras, tanto de filé de gado quanto de peito de frango, foram preparadas dois dias antes da realização da análise sensorial conforme descrito na subseção dos métodos de cocção, embaladas, submetidas a vácuo e refrigeradas a 5 °C até o momento da avaliação.

Para degustação, as amostras foram aquecidas em banho maria a 100 °C por 40 min, garantindo que as mesmas chegassem a temperatura de 70 °C, dentro das próprias embalagens. As amostras de *sous-vide* maçaricado foram elaboradas a partir do método de

coção sous-vide, submetidas à ação do maçarico imediatamente antes da degustação. O maçarico foi utilizado com chama média distante a 10 cm da amostra por 10 segundos de cada lado.

As amostras foram servidas simultaneamente em um prato em porções de 30 g, codificadas com números de três dígitos aleatórios, juntamente com água e uma ficha de avaliação (Apêndice A). A ordem de apresentação das amostras para cada julgador seguiu um delineamento de blocos incompletos, balanceados com relação à ordem de apresentação das amostras.

Os atributos avaliados foram aparência, textura, sabor e aceitação global. Foi utilizada escala hedônica não estruturada de 9 cm, cujos extremos assinalavam ‘desgostei muitíssimo’ e ‘gostei muitíssimo’.

O teste foi realizado com 39 provadores não treinados, entre 18 e 52 anos, sendo 16 do sexo masculino e 23 do sexo feminino. Apesar de não treinados para degustação do produto, os provadores estão habituados a participar de sessões de análise sensorial. Os provadores receberam e assinaram duas cópias do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice B), para garantir que tomassem conhecimento da pesquisa.

Para análise dos resultados foram utilizados a ANOVA (Análise de Variância) e o Teste de Tukey para diferença de médias a um nível de 5% de significância.

O índice de aceitabilidade foi calculado a partir da fórmula abaixo:

$$IA = \frac{X \times 100}{N}$$

Onde:

X = média de cada amostra para o atributo qualidade global;

N = nota máxima da escala = 9.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise dos AGEs

A Tabela 5 apresenta os resultados da análise de AGEs para o filé de gado e o peito de frango crus, assados (9 e 21 min), grelhados (3 e 15 min) e *sous-vide* (30 e 42 min). Os dados representam os valores a partir de uma medição feita em uma amostra apenas, sem repetições.

Tabela 5 - Quantificação de AGEs no filé e no peito em diferentes métodos de cocção

Método de cocção e Tempo	AGEs ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	
	Filé de gado	Peito de frango
Cru	0,36	0,32
Assado 9 min	0,24	0,22
Assado 21 min	0,07	0,62
Grelhado 3 min	0,12	0,16
Grelhado 15 min	0,08	0,40
<i>Sous-vide</i> 30 min	0,48	0,18
<i>Sous-vide</i> 42 min	0,17	0,41

O teor de AGEs encontrado no filé e no peito crus foi praticamente o mesmo, 0,36 e 0,32 $\mu\text{g}/\text{mL}$, respectivamente. Uribarri et al. (2010) também obtiveram valores semelhantes de AGEs nos cortes de filé e peito crus.

Para todos os tempos, observa-se que a quantidade de AGEs do peito de frango aumentou com o tempo de cocção. Entretanto, ao comparar os valores encontrados no peito cru e nos cozidos por menos tempo, verifica-se que o teor de AGEs no primeiro é maior. Isso possivelmente ocorreu em função de não ter sido utilizado o mesmo peito nas análises, excetuando aquelas submetidas ao mesmo método de cocção.

O método de cocção que provocou a maior formação de AGEs no peito de frango ao longo do tempo foi o assado (0,62 $\mu\text{g}/\text{mL}$). No grelhado e no *sous-vide* a formação de AGEs foi praticamente a mesma de 3 para 15 min e de 30 para 42 min, respectivamente, ainda considerando o peito de frango. Já Goldberg et al. (2004) relatam que os métodos de

cozimento grelhar (225 °C) e fritar (177 °C) resultam em níveis maiores de AGEs, seguidos pelo assar (177 °C) e *poché* (100 °C).

Quando se observa os valores de AGEs para o filé de gado, há uma diminuição de sua quantidade ao longo do tempo de cozimento. De acordo com Barbosa, Oliveira e Seara (2009), a temperatura e o método de cozimento são mais críticos para a geração de AGEs que o tempo empregado no processamento. Independentemente do tempo de cozimento não ser tão influente na formação dos AGEs, esse resultado não foi o esperado possivelmente devido a várias limitações da técnica.

Acredita-se que o possível erro nos resultados destas análises esteja associado ao processo de preparação das amostras. Durante a homogeneização do filé pós-cozimento para a extração de AGEs, formou-se um farelo que não pode ser solubilizado na solução tampão. Tal comportamento não foi verificado no peito de frango, sendo a extração dos AGEs realizada mais facilmente.

Considerando que os valores encontrados nas análises do filé possam estar corretos, pode-se tentar justificar esse comportamento de diminuição dos AGEs em função de sua suposta migração para a embalagem plástica no método *sous-vide*. Além disso, pode ter ocorrido uma maior solubilização dos mesmos no suco que saiu da carne durante as cocções, o qual não foi analisado para comparação.

4.2 Análise de proteína solúvel

Os resultados da quantidade de proteína solúvel dos cortes avaliados são apresentados na Tabela 6. Pode-se observar que o teor de proteína no filé de gado e no peito de frango crus (371,68 e 407,47 µg/ mL, respectivamente) é maior do que nos cozidos (menores que 110 µg/ mL). Isso ocorre em virtude da desnaturação e coagulação das proteínas a partir de 60 °C, tornando-as insolúveis (LAWRIE, 2005; PARDI et al. 2005).

Murphy et al. (2001) afirmam que o total de proteína solúvel está relacionado à temperatura do ar do forno. Um aumento nessa temperatura reduz significativamente a quantidade de proteína solúvel. Ao estudar hambúrgueres de peito de frango, os autores verificaram que a proteína solúvel reduziu de maneira mais significativa quando os mesmos foram assados a 218 °C do que a 163 °C. Os autores ainda sugerem que a proteínas solúveis podem ser usadas como indicador de grau de cozimento. Murphy e Marks (2000) relacionam o teor de proteína solúvel com a temperatura do peito de frango ao longo da cocção, indicando

que a quantidade de proteína solúvel reduz aproximadamente 90% quando a temperatura do peito passa de 23 para 80 °C.

Tabela 6 - Quantificação de proteína no filé e no peito em diferentes métodos de cocção

Método de cocção e Tempo	Proteína (µg/ mL)	
	Filé de gado	Peito de frango
Cru	371,68	407,47
Assado 9 min	105,60	64,50
Assado 21 min	48,77	82,60
Grelhado 3 min	36,38	107,77
Grelhado 15 min	58,01	67,85
<i>Sous-vide</i> 30 min	73,75	76,30
<i>Sous-vide</i> 42 min	165,78	122,12

O teor de proteína solúvel diminuiu com o passar do tempo no filé assado (de 105,60 para 48,77 µg/ mL) e no peito grelhado (de 107,77 para 67,85 µg/ mL). Contudo, aumentou no filé grelhado (de 36,38 para 58,01 µg/ mL) e no peito assado (de 64,50 para 82,60 µg/ mL) nos tempos maiores. Para ambos os cortes, o *sous-vide* (filé - de 73,75 para 165,78 µg/ mL; peito - de 76,30 para 122,12 µg/ mL) também aumentou o teor de proteína solúvel. Não foram encontrados trabalhos que apresentem a relação entre a variação do teor de proteína solúvel e o tempo de cocção.

4.3 Composição proximal e de minerais

As Tabelas 7 e 8 apresentam os dados da composição proximal e de minerais do filé de gado e do peito de frango, respectivamente.

Observa-se que em ambos os casos, via de regra, ocorre a diminuição do teor de umidade e o aumento do nível dos macronutrientes (cinzas, proteínas e carboidratos) e minerais (Na, Li e K) a partir do momento em que os cortes são submetidos aos processos de cocção e com o passar do tempo. Isso acontece em função da concentração desses a medida que o alimento perde água. Há algumas exceções, como, por exemplo, o teor de lipídeos no filé *sous-vide*, onde isso não é constatado, provavelmente em decorrência de as amostras serem de diferentes partes do filé.

Tabela 7 - Composição Proximal e de Minerais do Filé de Gado

Amostra	Cru	Grelhado		<i>Sous vide</i>	
		3 min	9 min	30 min	36 min
Umidade (%)	72,30	66,27	67,65	66,67	69,09
Cinzas (%)	0,70	0,93	0,99	0,83	1,10
Lipídios (%)	5,76	7,50	5,69	4,81	3,10
Proteínas (%)	18,54	23,36	23,20	22,17	24,59
Carboidratos (%)	2,70	1,94	2,45	5,52	2,13
Na (mg / 100 g)	59,77	82,05	108,28	63,96	51,72
Li (mg / 100 g)	0,56	0,38	0,00	3,72	5,09
K (mg / 100 g)	214,26	302,67	319,26	260,29	305,61
Fe (mg / 100 g)	2,98	2,66	1,38	2,08	2,10

Tabela 8 - Composição Proximal e de Minerais do Peito de Frango

Amostra	Cru	Grelhado		<i>Sous vide</i>	
		3 min	9 min	30 min	36 min
Umidade (%)	74,40	69,66	66,84	73,56	72,37
Cinzas (%)	0,97	1,21	1,16	1,07	1,08
Lipídios (%)	1,54	1,05	1,63	1,51	1,40
Proteínas (%)	21,81	24,07	26,02	22,98	22,93
Carboidratos (%)	1,27	4,01	4,35	0,88	2,22
Na (mg / 100 g)	58,06	71,64	59,69	79,37	60,53
Li (mg / 100 g)	0,00	2,36	2,78	0,00	5,57
K (mg / 100 g)	247,2	334,59	416,45	267,72	272,96
Fe (mg / 100 g)	0,00	0,00	0,00	1,27	0,73

Gerber et al. (2009) afirmam que a cocção influencia o teor de nutrientes contidos na carne, variando de acordo com o corte e o método utilizados. Os mesmos autores, ao estudar o teor de minerais em diferentes cortes de gado, porco e vitela, perceberam um aumento na concentração de ferro e zinco e diminuição no teor de cálcio, sódio, potássio, magnésio e fósforo. A justificativa apresentada é o ganho de ferro e zinco proveniente dos utensílios utilizados na cocção e a perda dos demais minerais por lixiviação.

No presente trabalho, observou-se comportamento contrário, aumento na concentração de sódio, lítio e potássio e diminuição no nível de ferro. A elevação no teor de sódio

possivelmente é em decorrência da salga realizada nos cortes levados à cocção. Já o conteúdo de lítio e potássio pode ter aumentado em função da diminuição da umidade dos cortes. Por outro lado, a redução da quantidade de ferro no filé pode ter ocorrido por lixiviação deste mineral na pequena porção de suco da carne perdido. Os dados de ferro no peito ser associados a um erro experimental, uma vez que é sabido que as carnes têm significativo teor de ferro (Tabela 1).

Por sua vez, Gokoglu, Yerlikaya e Cengiz (2004) ao avaliar a influência dos métodos de cocção (fritar; *poché*; assar; grelhar; micro-ondas) no teor de minerais em trutas, não observaram diferença estatística na quantidade de cálcio, ferro, zinco e manganês. As trutas *poché* apresentaram teores significativamente menores de sódio e potássio do que as fritas, assadas e grelhadas, provavelmente decorrente da perda por lixiviação.

No peito de frango fica evidenciada uma menor perda de umidade no corte submetido ao método *sous-vide*. Esse comportamento era esperado, uma vez que os alimentos embalados a vácuo tendem a perder menos líquidos. Entretanto, no filé de gado grelhado a perda de água não varia tanto quando comparado ao *sous-vide*, possivelmente porque a alta temperatura aplicada sela o filé, evitando uma redução excessiva da umidade do mesmo, garantindo sua suculência.

Com relação aos lipídeos no filé, verifica-se um teor mais elevado no grelhado do que no *sous-vide*. Esta observação é plausível, visto que o primeiro método utiliza um pouco de gordura em seu preparo.

Dreeling, Allen e Butler (2000), ao estudar o efeito de diferentes métodos de cocção de hambúrgueres de gado com pouca gordura, verificaram que não houve diferença significativa no teor de gordura e proteína, ao passo que no de umidade sim. O método fritar por imersão apresentou a maior perda de umidade, não sendo diferente estatisticamente do grelhar e assar. Esses dois últimos, também não apresentaram diferença significativa do fritar que promoveu a menor perda de umidade.

Por outro lado, Gokoglu, Yerlikaya e Cengiz (2004), ao avaliar a influência dos métodos de cocção em trutas, observaram diferença estatística no teor de umidade, proteína e gordura nas amostras. As trutas *poché* apresentaram a menor perda de umidade, seguida das assadas e grelhadas que não apresentaram diferença entre si. Os métodos fritar e cozinhar em micro-ondas foram os que mais reduziram a umidade. Já, avaliando a quantidade de proteínas, a cocção em micro-ondas acarretou na sua maior concentração, seguida do fritar e

grelhar (estatisticamente iguais), do assar e, por último, do *poché*. Quanto à gordura, o único método que aumentou significativamente seu teor foi o fritar.

Corroborando com os resultados encontrados neste estudo, Shear, Nute e Chappell (1998) também observaram a diminuição da umidade e aumento da concentração de proteína, gordura e cinzas em bifes de cordeiro, gado, porco e avestruz grelhados e assados em comparação aos crus. Ferreira et al. (2007) apresentaram mais um trabalho com os mesmos resultados para filés de Tilápia do Nilo, tendo estudado os métodos *poché*, fritar, assar em forno elétrico e em forno micro-ondas.

Vieira et al. (2007) verificaram que peitos de frango assados em micro-ondas apresentaram as perdas mais elevadas e as modificações químicas mais severas em sua composição proximal, ao passo que a cocção *poché* foi a que menos alterou, tendo sido ainda comparadas a fritar em óleo de soja e assar em forno convencional.

4.4 Análise sensorial

Os resultados da análise sensorial de aceitação do filé de gado submetido a diferentes métodos de cocção apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 9). Com relação ao atributo aparência, os filés assado, grelhado e *sous-vide* maçaricado obtiveram o melhor desempenho e não apresentaram diferença significativa entre si. Já o filé *sous-vide* obteve média inferior, sendo diferente significativamente dos demais. Isso pode ser explicado pelo fato deste método de cocção utilizar baixa temperatura e longo tempo, implicando em uma coloração mais pálida que os demais. Observa-se que o efeito do maçarico melhorou a aparência do filé *sous-vide*, apresentando valores que não diferem do método grelhado, o mais aceito considerando este atributo.

Tabela 9 - Resultado Análise Sensorial do Filé de Gado

Atributo/Amostra	Sous-vide maçaricado	Sous-vide	Assado	Grelhado
Aparência	5,9 ^a	4,9 ^b	6,2 ^a	6,8 ^a
Textura	6,5 ^{a, b}	6,1 ^{a, b}	5,9 ^a	6,8 ^b
Sabor	5,6 ^{a, b}	5,3 ^a	5,3 ^a	6,5 ^b
Qualidade Global	6,1 ^{a, b}	5,6 ^a	6,0 ^a	6,7 ^b

Letras diferentes na mesma linha, para cada atributo, indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey

Os filés grelhados, *sous-vide* maçaricado e *sous-vide* obtiveram as maiores médias para o atributo textura, não havendo diferença significativa ($p < 0,05$) entre os mesmos. Por outro lado, os filés *sous-vide* maçaricado e *sous-vide* também não apresentaram diferença significativa estatística do assado que obteve o menor desempenho.

Considerando os atributos sabor e qualidade global, o comportamento dos filés foi semelhante. Quando grelhado ou *sous-vide* maçaricado, os filés apresentaram médias significativamente superiores aos demais. Entretanto, o *sous-vide* maçaricado também não apresentou diferença estatística do assado e do *sous-vide* que obtiveram desempenho inferior. Powell, Dikeman e Hunt (2000) afirmam que as carnes submetidas ao cozimento a seco em forno convencional são menos macias. Isso pode ter influenciado na qualidade global do filé submetido ao método assar.

A relação entre a nota e a aceitação em uma escala hedônica estruturada é a seguinte: 1 = desgostei muitíssimo; 2 = desgostei muito; 3 = desgostei moderadamente; 4 = desgostei ligeiramente; 5 = nem gostei, nem desgostei; 6 = gostei ligeiramente; 7 = gostei moderadamente; 8 = gostei muito; 9 = gostei muitíssimo. Dessa forma, pode-se dizer que os provadores em geral gostaram ligeiramente dos filés. Esta avaliação pode estar associada aos comentários registrados nas fichas de avaliação de que no momento da degustação os filés já estavam frios. Constatou-se que o procedimento de aquecimento dos mesmos antes da realização da sensorial e a climatização da sala de degustação não foram eficazes para mantê-los aquecidos frente à espessura fina das amostras servidas e a baixa temperatura do dia, em torno de 5 °C. Assim, possivelmente, os filés teriam obtidos médias superiores, de maneira geral, se a temperatura no momento da degustação fosse maior.

Cabe ressaltar que não houve diferença estatística entre o filé grelhado e o *sous-vide* maçaricado em nenhum atributo. Assim, apesar do filé submetido ao método de cocção *sous-vide* ter menor aceitação, quando maçaricado obtém desempenho superior.

Na análise sensorial do peito de frango, observaram-se resultados semelhantes aos encontrados no filé de gado, sendo o grelhado o método melhor aceito em todos os atributos (Tabela 10). Em termos de aparência, o peito assado e *sous-vide* obtiveram as piores médias, não apresentando diferença significativa entre si. Suas notas são inferiores a 4,5, o ponto médio da escala, indicando uma rejeição dessas amostras. Nas fichas de avaliação, alguns provadores relataram que os peitos assado e *sous-vide* estavam com uma cor pálida, tendo aparência de mal passado. O método *sous-vide* maçaricado obteve uma avaliação intermediária, sendo diferente estatisticamente dos outros tratamentos.

Tabela 10 - Resultado Análise Sensorial do Peito de Frango

Atributo/Amostra	Sous-vide maçaricado	Sous-vide	Assado	Grelhado
Aparência	5,4 ^a	3,6 ^b	4,2 ^b	7,1 ^c
Textura	5,9 ^a	5,8 ^a	5,8 ^a	8,3 ^b
Sabor	5,4 ^a	5,0 ^a	5,8 ^a	7,0 ^b
Qualidade Global	5,6 ^a	5,1 ^a	5,4 ^a	7,0 ^b

Letras diferentes na mesma linha, para cada atributo, indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey

Considerando os atributos textura e sabor, mais uma vez o método grelhar foi o mais aceito, tendo diferença significativa dos demais. Já os outros tipos de cocção não foram diferentes estatisticamente.

Em termos de qualidade global do peito de frango, os métodos grelhar e *sous-vide* maçaricado apresentaram a melhor aceitação, não possuindo diferença significativa. Os peitos assado e *sous-vide* também não diferiram entre si, entretanto, obtiveram médias inferiores.

Behs (2011) estudou a aceitação de salmão selvagem e em cativeiro cozidos por diferentes métodos (fritar; assar; grelhar). Os resultados demonstraram que o tipo de salmão não influenciou a aceitação, ao passo que o método de cocção sim. Os salmões fritos obtiveram a maior aceitação, não sendo significativamente diferentes dos grelhados.

Dreeling (2000) avaliou o efeito dos métodos de cocção grelhar, assar, fritar e fritar por imersão sobre a aceitação sensorial dos atributos aparência, textura, sabor e aceitação global de hambúrgueres de carne bovina com pouca gordura. Os métodos de cocção afetaram significativamente todos os atributos analisados. Os hambúrgueres grelhados obtiveram as melhores notas em todos os atributos avaliados. Já os fritos por imersão as piores notas para aceitação geral e textura, enquanto os assados e fritos para aparência.

Em ambos os estudos, da mesma forma que no presente trabalho, o método grelhar apresentou melhor aceitação, ao passo que o assar, de modo geral, o pior desempenho.

Por outro lado, Roldán et al. (2014) não encontraram diferença significativa para os atributos sabor e textura de lombo de cordeiro assado e *sous-vide* ao realizar uma análise sensorial descritiva quantitativa, a qual utiliza julgadores treinados. Gomes et al. (2014) também avaliaram sensorialmente o lombo de cordeiro submetidos a diferentes tipos de cocção (grelhado e assado), contudo avaliaram sua aceitação. Como resultado, verificaram

que os consumidores perceberam diferença significativa no sabor e na impressão global, sendo o método grelhar o mais aceito, e não perceberam diferença na aparência e na textura.

Gomes et al. (2014) afirmam que a aceitação da textura é melhor quanto maior a temperatura interna da carne ao final da cocção e sugerem que isso possa estar associado às mudanças físico-químicas que ocorrem na carne durante o processo de cocção. O aumento da temperatura interna da carne está relacionado à perda de água e ao escurecimento da mesma que, por sua vez, influenciam diretamente nos atributos textura, aparência e sabor.

De acordo com Minim (2010), um produto é considerado aceitável em termos de atributos sensoriais quando possui índice de aceitabilidade maior ou igual a 70%. Assim, conclui-se que apenas o filé de gado e o peito de frango grelhados podem ser considerados aceitáveis (Tabela 11). Entretanto, os *sous-vide* maçaricado de ambos os cortes não foram estatisticamente diferentes dos grelhados com relação ao atributo qualidade global, empregado como referência para o cálculo do índice de aceitabilidade.

Tabela 11 - Índice de aceitabilidade (IA) do Filé de Gado e do Peito de Frango

IA /Amostra	Sous-vide maçaricado	Sous-vide	Assado	Grelhado
Filé de Gado	67,8%	62,2%	66,7%	74,4%
Peito de Frango	62,2%	56,7%	60,0%	77,8%

Voltando aos comentários dos provadores, observaram-se relatos do sabor intenso de carne, tanto para o filé, quanto para o peito. Isso também pode ter diminuído a aceitação das amostras. Silva (2004) para diminuir este efeito serviu junto as amostra meia fatia de pão de forma.

Possivelmente, o filé e o peito grelhados obtiveram os melhores resultados, pois os consumidores estão mais habituados a este método de cocção.

Por fim, sugere-se a realização de uma degustação às cegas, pois os demais atributos podem ter sido influenciados pela aparência. Silva (2004) utilizou uma iluminação verde na área das cabines de degustação para mascarar a aparência das amostras de carne, facilitando a avaliação sem tendências dos atributos em estudo.

5 CONCLUSÃO

O corte de peito de frango apresentou aumento da quantidade de AGEs quando submetido aos diferentes métodos de cocção avaliados (assar, grelhar e *sous-vide*) com o aumento do tempo de cozimento. O método assar promoveu a maior formação de AGEs no peito de frango ao longo do tempo, sendo que no grelhado e no *sous-vide* o aumento da quantidade de AGEs não foi evidenciada nos tempos maiores.

Tais comportamentos não foram evidenciados no filé bovino e na comparação entre ambos os cortes crus e cozidos, possivelmente em virtude de erros experimentais como: os filés e os peitos crus e cozidos foram provenientes de amostras diferentes; não solubilização total do filé no tampão de extração dos AGEs.

Com relação à análise de proteína solúvel, os teores de proteína solúvel do filé de gado e do peito de frango crus foram maiores do que nos cozidos. Além disso, a quantidade de proteína solúvel diminuiu com o passar do tempo no filé assado e no peito grelhado.

Observou-se, via de regra, a diminuição do teor de umidade e o aumento do nível dos macronutrientes (cinzas, proteínas e carboidratos) e minerais (Na, Li e K) quando os cortes são submetidos à cocção e com o passar do tempo de cozimento, consequência da concentração desses com a perda água nos cortes.

A análise sensorial do filé de gado constatou que as aparências dos filés assados, grelhados e *sous-vide* maçaricado foram mais aceitas, provavelmente pela coloração mais pálida do filé *sous-vide*. A textura dos filés grelhados, *sous-vide* maçaricado e *sous-vide* obtiveram melhores notas que os assados. E, por último, o sabor e a qualidade global apresentaram comportamentos semelhantes, sendo que o grelhado e o *sous-vide* maçaricado foram mais aceitos.

O filé de frango, em sua avaliação sensorial, teve a aparência melhor aceita quando grelhado, seguido pelo *sous-vide* maçaricado. Em relação aos atributos textura e sabor, novamente o método grelhar foi o mais aceito. Já considerando a qualidade global, o peito de frango grelhado e *sous-vide* maçaricado obtiveram a melhor aceitação.

Apenas os cortes filé de gado e peito de frango grelhados apresentaram índices de aceitabilidade satisfatórios, 74,4 e 77,8%, respectivamente.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, W. M. C.; BOTELHO, R. B. A.; MONTEBELLO, N. P.; BORGO, L. A. **Alquimia dos alimentos**. 2 ed. Distrito Federal: SENAC, 2011, 512 p.

ARMSTRONG; G. A.; MCILEVEEN, H. Effects of prolonged storage on the sensory quality and consumer acceptance of sous vide meat-based recipe dishes. **Food Quality and Preference**, n. 11, p. 377-385, 2000.

BALDWIN, D. E. Sous vide cooking: A review. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 1, n. 1, p. 15-30, jan. 2012.

BARBOSA, J. H. P.; OLIVEIRA, S. L.; SEARA, L. T. O papel dos produtos finais da glicação avançada (AGEs) no desencadeamento das complicações vasculares no diabetes. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, Maceió, v. 52, n. 6, p. 940-950, mar. 2008.

BARBOSA, J. H. P.; OLIVEIRA, S. L.; SEARA, L. T. Produtos da glicação avançada dietéticos e as complicações crônicas do diabetes. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 113-124, jan./fev., 2009.

BASTA, G.; SCHMIDT, A. M.; CATERINA, R. Advanced glycation end products and vascular inflammation: implications for accelerated atherosclerosis in diabetes. **Cardiovascular Research**, n. 63, p. 582–592, 2004.

BASTOS, D. H. M.; SHIBAO, J.; FERREIRA, E. L.; BOMBO, A. J. Produtos da reação de Maillard em alimentos. **Nutrire: Revista Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, São Paulo, SP, v. 36, n. 3, p. 63-78, dez. 2011.

BEHS, G. **Efeito do processamento na composição centesimal e na análise sensorial de salmão selvagem e de cativeiro**. 2011. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Nutrição) – Curso de Graduação em Nutrição, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BEM, A. F.; KUNDE, J. A importância da determinação da hemoglobina glicada no monitoramento das complicações crônicas do diabetes *mellitus*. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, v. 42, n. 3, p. 185-191, jun. 2006.

BOHLENDER, J. M.; FRANKE, S.; STEIN, G.; WOLF, G. Advanced glycation end products and the kidney. **American Journal of Physiology - Renal Physiology**, n. 289, p. 645–659, 2005.

BRADFORD, M. M. A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. **Analytical Biochemistry**. v. 72, p. 248-254, 1976.

CANDIDO, R; FORBES, J. M.; THOMAS, M. C.; THALLAS, V.; DEAN, R. G.; BURNS, W. C.; TIKELLIS, C.; RITCHIE, R. H.; TWIGG, S. M.; COOPER, M. E.; BURRELL, L. M.

A Breaker of Advanced Glycation End Products Attenuates Diabetes-Induced Myocardial Structural Changes. **Circulation Research**, n. 92, p. 785-792, 2003.

COBOS, A.; DIAZ, O. Sous-vide cooking of traditional meat products: effect on the microbiology of dry-cured pork foreleg. **Communicating Current Research and Educational Topics and Trends in Applied Microbiology**, v. 1, p. 511-517, 2007.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900 p.

DELGADO-ANDRADE, C.; SEIQUER, I.; NAVARRO, M. P.; MORALES, F. J. Maillard reaction indicators in diets usually consumed by adolescent population. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 51, p. 341-351, 2007.

DREELING, N.; ALLEN, P.; BUTLER, F. Effect of Cooking Method on Sensory and Instrumental Texture Attributes of Low-fat Beefburgers. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, v. 33, n. 3, p. 234-238. 2000.

DRINDA, S.; FRANKE, S.; RÜSTER, M.; PETROW, P.; PULLIG, O.; STEIN, G.; HEIN, G. Identification of the receptor for advanced glycation end products in synovial tissue of patients with rheumatoid arthritis. **Rheumatology International**, v. 25, n. 6, p. 411-413, 2005.

FALCONE, C.; EMANUELE, E.; D'ANGELO, A.; BUZZI, M. P.; BELVITO, C.; CUCCIA, M.; GEROLDI, D. Plasma Levels of Soluble Receptor for Advanced Glycation End Products and Coronary Artery Disease in Nondiabetic Men. **Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology**, n. 25, p. 1032-1037, 2005.

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

FERREIRA, M. W.; BRESSAN, M. C.; SOUZA, X. R.; VIEIRA, J. O.; FARIA, P. B.; ANDRADE, P. L. Efeito dos métodos de cocção sobre a composição química e perfil lipídico de filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* linnaeus 1757). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 798-803, maio/jun., 2007.

GARCÍA-SEGOVIA, P.; ANDRÉS-BELLO A.; MARTÍNEZ-MONZÓ, J. Effect of cooking method on mechanical properties, color and structure of beef muscle (*M. pectoralis*). **Journal of Food Engineering**, n. 80, p. 813–821, 2007.

GERBER, N.; SCHEEDER, M. R. L.; WENK, C. The influence of cooking and fat trimming on the actual nutrient intake from meat. **Meat Science**, n. 81, p. 148–154, 2009.

GOH, S.; COOPER, M. E. The Role of Advanced Glycation End Products in Progression and Complications of Diabetes. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 93, n. 4, 2008.

GOKOGLU; YERLIKAYA; CENGIZ Effects of cooking methods on the proximate composition and mineral contents of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Food Chemistry**, n. 84, p. 19–22, 2004.

GOLDBERG, T.; CAI, W.; PEPPA, M.; DARDAINE, V.; BALIGA, B. S.; URIBARRI, J.; VLASSARA H. Advanced glycoxidation end products in commonly consumed foods. **Journal of the American Dietetic Association**, Denver, v. 104, n. 8, p. 1287-1291, ago. 2004.

GOLDIN, A. et al. Advanced Glycation End Products: Sparking the Development of Diabetic Vascular Injury. **Circulation – journal of the American Heart Association**, v. 114, p. 597-605, ago. 2006.

GOMES, C. L.; PFLANZER, S. B.; CRUZ, A. G.; FELÍCIO, P. E.; BOLINI, H. M. A. Sensory descriptive profiling and consumer preferences of beef strip loin steaks. **Food Research International**, n. 59, p. 76–84, 2014.

GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. **Tecnologia de abate e tipificação de carcaça**. Viçosa: UFV, 2006. 370 p.

HARTOG, J. W. L.; VOORS, A. A.; BAKKER, S. J. L.; SMIT, A. J.; VELDHUISEN, D. J. Advanced glycation end-products (AGEs) and heart failure: Pathophysiology and clinical implications. **European Journal of Heart Failure**, v. 9, n. 12, p. 1146–1155, 2007.

HEIN, G. E. Glycation endproducts in osteoporosis — Is there a pathophysiologic importance? **Clinica Chimica Acta**, v. 371, n. 1–2, p. 32–36, 2006.

HUEBSCHMANN, A. G. et al. Diabetes and glicoxidation end products. **Diabetes Care**, v. 29, n. 6, p. 1420-1432, 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2005. 1018 p. (Série A – Normas e Manuais Técnicos)

JAKUŠ, V.; RIETBROCK, N. Advanced Glycation End-Products and the Progress of Diabetic Vascular Complications. **Physiological Research**, n. 53, p. 131-142, 2004.

Jl, J. D.; WOO, J.; CHOI, S. J.; LEE, Y. H.; SONG, G. G. Advanced glycation end-products (AGEs): A novel therapeutic target for osteoporosis in patients with rheumatoid arthritis. **Medical Hypotheses**, v. 73, n. 2, p. 201-202, 2009.

KALOUSOVA, M.; ŠKRHA, J., ZIMA, T. Advanced Glycation End-Products and Advanced Oxidation Protein Products in Patients with Diabetes Mellitus. **Physiological Research**, n. 51, p. 597-604, 2002.

KOBLITZ, M. G. B. **Matérias- primas alimentícias: composição e controle de qualidade**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. 301 p.

LAWRIE, R. A. **Ciências da carne**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384 p.

LUEVANO-CONTRERAS, C.; CHAPMAN-NOVAKOFSKI, K. Dietary Advanced Glycation End Products and Aging. **Nutrients**, n. 2, p. 1247-1265, 2010.

MASAYOSHI, T.; SEIJI, K.; NOBUYUKI, S.; TAKAKO, S.; TAKAYUKI, W.; MINA, I.; RICHARD, B.; SHO-ICHI, Y. Involvement of Advanced Glycation End-products (AGEs) in Alzheimer's Disease. **Current Alzheimer Research**, v. 1, n. 1, p. 39-46, 2004.

MASAYOSHI, T.; SHO-ICHI, Y. Possible Involvement of Advanced Glycation End-Products (AGEs) in the Pathogenesis of Alzheimer's Disease. **Current Pharmaceutical Design**, v. 14, n. 10, p. 973-978, 2008.

MINIM, V.P.R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. Viçosa, MG, Brasil: Editora da UFV. 2010.

MONNIER, V. M.; Intervention against the Maillard reaction in vivo. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 419, n. 1, p. 1-15, nov. 2003.

MURPHY, R. Y.; JOHNSON, E. R.; DUNCAN, L. K.; CLAUSEN, E. C.; DAVIS, M. D.; MARCH, J. A. Heat Transfer Properties, Moisture Loss, Product Yield, and Soluble Proteins in Chicken Breast Patties During Air Convection Cooking. **Poultry Science**, n. 80, p. 508–514, 2001.

MURPHY, R. Y.; MARKS, B. P. Effect of Meat Temperature on Proteins, Texture, and Cook Loss for Ground Chicken Breast Patties. **Poultry Science**, n. 79, p. 99–104, 2000.

NEGREAN, M. Effects of low- and high-advanced glycation endproduct meals on macro- and microvascular endothelial function and oxidative stress in patients with type 2 diabetes mellitus. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 85, p. 1236-1243, 2007.

NICOLETTI, A. M. **Enriquecimento nutricional de macarrão com uso de subprodutos agroindustriais de baixo custo**. 2007. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2005. v. 2: Alimento de origem animal. 280 p.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciências, higiene e tecnologia de carne**. 2. ed. Goiânia: Editora UFG, 2005.

PEPPA, M.; URIBARRI, J.; VLASSARA, H. The role of advanced glycation end products in the development of atherosclerosis. **Current Diabetes Reports**, v. 4, n. 1, p. 31-36, 2004.

PEPPA, M.; VLASSARA, H. Advanced glycation end products and diabetic complications: A General overview. **Hormones**, v. 4, n. 1, p. 28-37, 2005.

POWELL, T. H.; DIKEMAN, M. E.; HUNT, M. C. Tenderness and collagen composition of beef semitendinosus roasts cooked by conventional convective cooking and modeled, multi-stage, convective cooking. **Meat Science**, n. 55, p. 421-425, 2000.

PULGAR, J. S.; GÁZQUEZ, A.; RUIZ-CARRASCAL, J. Physico-chemical, textural and structural characteristics of sous-vide cooked pork cheeks as affected by vacuum, cooking temperature, and cooking time. **Meat Science**, n. 90, p. 828–835, 2012.

PULLERITS, R.; BOKAREWA, M.; DAHLBERG, L.; TARKOWSKI, A. Decreased levels of soluble receptor for advanced glycation end products in patients with rheumatoid arthritis indicating deficient inflammatory control. **Arthritis Research & Therapy**, v. 7, n. 4, p. 817-824, 2005.

RESURRECCION, A. V. A. Sensory aspects of consumer choices for meat and meat products. **Meat Science**, n. 66, p. 11–20, 2003.

RÓLDAN, M.; ANTEQUERA, T.; PÉREZ-PALACIOS, T.; RUIZ, J. Effect of added phosphate and type of cooking method on physico-chemical and sensory features of cooked lamb loins. **Meat Science**, n. 97, p. 69–75, 2014.

SEBASTIÁ, C.; SORIANO, J. M.; IRANZO, M.; RICO, H. **Journal of Food Processing and Preservation**, n. 34, p. 964–974, 2010.

SEBESS, M. **Técnicas de cozinha profissional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2008. 352 p.

SHEAR, P. R.; NUTE, G. R.; CHAPPELL, A. G. The Effect of Cooking on the Chemical Composition of Meat Products with Special Reference to Fat Loss. **Meat Science**, v. 49, n. 2, p. 175-191, 1998.

SHIBAO, J.; BASTOS, D. H. M. Produtos da reação de Maillard em alimentos: implicações para a saúde. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 24, n. 6, p. 895-904, nov./dez., 2011.

SHO-ICHI, Y.; SEIJI, U.; SEIYA, O. Food-Derived Advanced Glycation end Products (AGEs): A Novel Therapeutic Target for Various Disorders. **Current Pharmaceutical Design**, v. 13, n. 27, p. 2832-2836, 2007.

SILVA, M. L. **Efeitos de dois métodos de cocção – água e vapor – nos parâmetros de qualidade do músculo *semitendinosus***. 2004.114 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

SINGH, R.; BARDEN, A.; MORI, T.; BEILIN, L. Advanced glycation end-products: a review. **Diabetologia**, n. 44, p. 129-146, 2001.

STITT, A. W.; JENKINS, A. J.; COOPER, M. E. Advanced glycation end products and diabetic complications. **Expert Opinion on Investigational Drugs**, v. 11, n. 9, p. 1205-1223, 2002.

SUMAYA-MARTÍNEZ, M. T. et al. Um enfoque pediente para la salud pública em México: Productos tóxicos de la glicación de proteínas em los alimentos. **Revista Salud Publica y Nutrición**, v. 7, n. 3, 2006.

TAN, K. C. B.; CHOW, W.; AI, V. H. G.; METZ, C.; BUCALA, R.; LAM, K. S. L. Advanced Glycation End Products and Endothelial Dysfunction in Type 2 Diabetes. **Diabetes Care**, v. 25, n. 6, p. 1055-1059, 2002.

TANJI, N.; MARKOWITZ, G. S.; FU, C.; KISLINGER, T.; TAGUCHI, A.; PISCHETSRIEDER, M.; STERN, D.; SCHMIDT, A. M.; D'AGATI, V. D. Expression of Advanced Glycation End Products and Their Cellular Receptor RAGE in Diabetic Nephropathy and Nondiabetic Renal Disease. **Journal of the American Society of Nephrology**, v. 11, n. 9, 1656-1666, 2000.

TEICHMANN, I. M. **Tecnologia culinária**. Caxias do Sul: Educs, 2000, 356 p.

URIBARRI, J.; CAI, W.; SANDU, O.; PEPPA, M.; GOLDBERG, T.; VLASSARA, H. Diet-Derived Advanced Glycation End Products Are Major Contributors to the Body's AGE Pool and Induce Inflammation in Healthy Subjects. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1043, p. 461-466, 2005.

URIBARRI, J.; PEPPA, M.; CAI, W.; GOLDBERG, T.; LU, M.; HE, C.; VLASSARA, H. Restriction of Dietary Glycotoxins Reduces Excessive Advanced Glycation End Products in Renal Failure Patients. **Journal of the American Society of Nephrology**, v. 14, n. 3, p. 728-731, 2003a.

URIBARRI, J.; PEPPA, M.; CAI, W.; GOLDBERG, T.; LU, M.; BALIGA, S.; VASSALOTTI, J. A.; VLASSARA, H. Dietary glycotoxins correlate with circulating advanced glycation end product levels in renal failure patients. **American Journal of Kidney Diseases**, v. 42, n. 3, p. 532-538, 2003b.

URIBARRI, J.; TUTTLE, K. R. Advanced Glycation End Products and Nephrotoxicity of High-Protein Diets. **Clinical Journal of the American Society of Nephrology**, v. 1, n. 6, p. 1293-1299, 2006.

URIBARRI, J.; WOODRUFF, S.; GOODMAN, S.; CAI, W.; CHEN, X.; PYZIK, R.; YONG, A.; STRIKER, G. E.; VLASSARA, H. Advanced Glycation End Products in Foods and a Practical Guide to Their Reduction in the Diet. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 110, n. 6, p. 911-916, 2010.

VAUDAGNA, S. R.; PAZOS, A. A.; GUIDI, S. M.; SANCHEZ, G.; CARP, D. J.; GONZALEZ, C. B. Effect of salt addition on sous vide cooked whole beef muscles from Argentina. **Meat Science**, v. 79, p. 470-482, 2008.

VIEIRA, J. O.; BRESSAN, M. C.; FARIA, P. B.; FERREIRA, M. W.; FERRÃO, S. P. B.; SOUZA, X. R. Efeito dos métodos de cocção na composição centesimal e colesterol do peito de frangos de diferentes linhagens. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 164-170, jan./fev., 2007.

APÊNDICE A – FICHA DA ANÁLISE SENSORIAL

Análise Sensorial – filé de gado

Nome: _____ Idade: _____

Você está recebendo 4 (quatro) amostras de filé de gado. Por favor, avalie cuidadosamente os atributos listados para cada uma das amostras codificadas utilizando as escalas abaixo e faça um traço vertical na posição que melhor refletir a sua opinião.

CODIGO DA AMOSTRA _____

Aparência	-----	-----
	Desgostei muitíssimo	Gostei muitíssimo
Textura	-----	-----
	Desgostei muitíssimo	Gostei muitíssimo
Sabor	-----	-----
	Desgostei muitíssimo	Gostei muitíssimo
Qualidade Global	-----	-----
	Desgostei muitíssimo	Gostei muitíssimo

CODIGO DA AMOSTRA _____

Aparência	-----	-----
	Desgostei muitíssimo	Gostei muitíssimo
Textura	-----	-----
	Desgostei muitíssimo	Gostei muitíssimo
Sabor	-----	-----
	Desgostei muitíssimo	Gostei muitíssimo
Qualidade Global	-----	-----
	Desgostei muitíssimo	Gostei muitíssimo

CODIGO DA AMOSTRA _____

Aparência	-----	-----
	Desgostei muitíssimo	Gostei muitíssimo
Textura	-----	-----
	Desgostei muitíssimo	Gostei muitíssimo
Sabor	-----	-----
	Desgostei muitíssimo	Gostei muitíssimo
Qualidade Global	-----	-----
	Desgostei muitíssimo	Gostei muitíssimo

CODIGO DA AMOSTRA _____

Aparência	-----	-----
	Desgostei muitíssimo	Gostei muitíssimo
Textura	-----	-----
	Desgostei muitíssimo	Gostei muitíssimo
Sabor	-----	-----
	Desgostei muitíssimo	Gostei muitíssimo
Qualidade Global	-----	-----
	Desgostei muitíssimo	Gostei muitíssimo

Comentários: _____

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “Avaliação de diferentes métodos de cocção do peito de frango”.

Para este estudo adotaremos o(s) seguinte(s) procedimento(s): Análise sensorial de aceitação. Para participar deste estudo você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido(a) sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador. O pesquisador irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Este estudo apresenta risco mínimo, isto é, o mesmo risco existente em atividades rotineiras. Apesar disso, você tem assegurado o direito a ressarcimento ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa.

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Eu, _____, portador(a) do documento de Identidade _____, fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Bento Gonçalves, 04 de junho de 2014.

Assinatura do(a) participante

Assinatura do(a) pesquisador(a)