

Escola Superior São Francisco de Assis
Curso de Graduação em Biomedicina

Bárbara Tesch
Fabiana Marcela Dias Lopes

**ANÁLISE QUANTITATIVA DO AMINOÁCIDO HIDROXIPROLINA EM
PRODUTOS CÁRNEOS E DERIVADOS COMERCIALMENTE
DISPONÍVEIS**

Santa Teresa
2022

Bárbara Tesch
Fabiana Marcela Dias Lopes

**ANÁLISE QUANTITATIVA DO AMINOÁCIDO HIDROXIPROLINA EM
PRODUTOS CÁRNEOS E DERIVADOS COMERCIALMENTE
DISPONÍVEIS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação do curso de Biomedicina da Escola
Superior São Francisco de Assis, como requisito
parcial para obtenção do título de Bacharel em
Biomedicina.

Orientador: Prof. Gabriel Henrique Taufner
Co-orientador(a): Profa. Sílvia R. Lopes Caldara

Santa Teresa

2022

Bárbara Tesch
Fabiana Marcela Dias Lopes

**ANÁLISE QUANTITATIVA DO AMINOÁCIDO HIDROXIPROLINA EM
PRODUTOS CÁRNEOS E DERIVADOS COMERCIALMENTE
DISPONÍVEIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do curso de Biomedicina da Escola Superior São Francisco de Assis como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Bacharel em Biomedicina.

Aprovada em ___ de _____ de 2022.

BANCA EXAMINADORA

**Prof. Me. Gabriel Henrique Taufner
Escola Superior São Francisco de Assis**

**Profa. Dra. Sílvia Ramira Lopes Caldara
Escola Superior São Francisco de Assis**

**Prof. Me. Vytor Hugo Pereira Mendes
Escola Superior São Francisco de Assis**

**Profa. Isabela Pellacani Pereira das Posses
Escola Superior São Francisco de Assis**

“Provando que são as suas decisões e não suas condições que definem o seu futuro.”

AGRADECIMENTOS

Não haveria páginas suficientes para expor nossos agradecimentos, por isso agradecemos abertamente.

Agradecemos primeiramente a Deus, por nos conceder força, saúde, determinação e discernimento para alcançarmos nossos objetivos e ir em busca dos nossos sonhos durante todo os anos de nosso aprendizado também por nos permitir ultrapassar nossos obstáculos diários juntamente a nossa vida pessoal.

Aos nossos familiares e amigos por serem nossos ouvintes apoiadores, que nos incentivaram nos momentos mais difíceis e compreenderam nossa ausência enquanto nos dedicávamos à realizar este trabalho e ao longo desta jornada, que foram de lutas à vitórias e mesmo assim permaneceram ao nosso lado incondicionalmente.

Agradecemos aos professores, em especial ao orientador Professor e Mestre Gabriel Henrique Taufner e a coorientadora Professora e Doutora Sílvia Ramira Lopes Caldara por desempenharem tal função com dedicação e amizade; aos demais membros da banca por disponibilizarem seu tempo para escuta e correção de nosso trabalho, ao Coordenador de Biomedicina Professor e Mestre Vytor Hugo Pereira Mendes juntamente à todos os professores mestres e doutores que junto aos seus ensinamentos permitiram nosso melhor desempenho no processo de formação profissional ao longo do curso junto seus conselhos, ajuda, paciência com a qual guiaram nosso aprendizado.

Nossos agradecimentos a todos que de modo direto ou indireto contribuíram para o desempenho do nosso trabalho, às pessoas que convivemos ao longo do desses anos de curso, que os incentivaram e certamente tiveram impacto na nossa formação acadêmica.

Aos nossos colegas de curso com quem convivemos intensamente durante os últimos anos, pela troca de experiência e companheirismo, que nos permitiram crescermos tanto quanto pessoas tanto como formandos.

A todas as equipes multiprofissionais das instituições que nos acolheram e cederam seu espaço de pesquisa e análises que foram fundamentais para desenvolvimento das análises experimentais possibilitando a realização deste trabalho pelo excelente trabalho e apoio dos profissionais em especial aos da administração de biossegurança no trabalho. À instituição de ensino ESFA essencial em nosso processo profissional juntamente a instituição IFES pela disponibilização de seu centro de análises experimentais que foram de grande utilidade para elaboração deste trabalho analítico-experimental.

Em nome da dupla Barbara Tesch e Fabiana Marcela Dias Lopes, nosso muito obrigado à todos que cruzaram nossos caminhos e partilhou de momentos que nos proporcionaram grande aprendizado e gratidão.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Curva padrão de hidroxiprolina confeccionada a partir de 9 pontos de diluição.....19
- Figura 2** - Hidroxiprolina mensurada por miligrama de peso em três produtos distintos: gelatina, cápsula e colágeno e carne bovina. Teste one way ANOVA, **p valor<0,0011.19
- Figura 3** - Hidroxiprolina mensurada por miligrama de peso em três produtos distintos: gelatina, cápsula e colágeno e carne bovina. Teste one way ANOVA, ***p valor<0,0001.23

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Concentração média de hidroxiprolina por miligrama de peso das amostras investigadas.....20
- Tabela 2** - Concentração em mg de hidroxiprolina em porção diária de carne.21
- Tabela 3** - Concentração em mg de hidroxiprolina em doses diárias de cápsulas de colágeno.....21
- Tabela 4** - Concentração em mg de hidroxiprolina em porções diárias de gelatina. .22

LISTA DE SIGLAS

μg	Micrograma
μL	Microlitro
CH	Colágeno Hidrolisado
g	Gramas
H_2SO_4	Ácido sulfúrico
M	Molaridade ou concentração molar
MEC	Membrana Extracelular
mg	Miligrama
mL	Mililitro
NaOH	Hidróxido de Sódio
nm	Nanômetros
p	P valor
u.a	Unidade de absorvância

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS.....	13
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3 ARTIGO CIENTÍFICO	14
4 PERSPECTIVAS FUTURAS.....	27
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

1 INTRODUÇÃO

O colágeno é o componente estrutural mais abundante da matriz extracelular dos tecidos, sendo relatados até o momento pelo menos 28 tipos numerados em algarismos romanos que são sintetizados pelas células residentes e fibroblastos (GILLIES et al., 2011; GORDON; HAHN, 2010; ICARDO; COLVEE, 1995). Estruturalmente, as moléculas de colágeno são formadas por pelo menos quarenta e seis cadeias polipeptídicas denominadas alfa organizadas em formato de tripla hélice, as quais podem constituir a maior parte de sua estrutura, com cerca de 96% para o colágeno tipo I e ao menos 10% para o colágeno tipo XII (KULAR; BASU; SHARMA, 2014; RICARD-BLUM, 2011). Em sua estrutura micromolecular, os aminoácidos frequentemente encontrados são glicina, 4-hidroxiprolina e prolina (SHOULDERS; RAINES, 2010).

Sugere-se que a partir da terceira década de vida, o corpo tende a produzir menos colágeno, diante a incapacidade de renovação dos fibroblastos, principais responsáveis pela síntese a partir dos aminoácidos formadores. Por consequência, há um desequilíbrio na produção de colágeno, o que contribui com o aspecto envelhecido da pele (SILVA; PENNA, 2012).

Os suplementos à base de colágeno, derivados de produtos cárneos, vem se apresentando como uma das alternativas à reparação dos efeitos do avanço da idade sobre a pele, movimentando o mercado da saúde estética. Atualmente é possível encontrar inúmeras marcas e composições variadas, suplementados com vitaminas, eletrólitos e dentre outros (PRESTES et. al., 2013). Ressalta-se ainda que além dos produtos consumíveis, há ainda o mercado de serviços assistidos onde além de compósitos a base de colágeno, é possível evidenciarem a aplicabilidade de bioestimuladores, que na essência, estimulam a produção de colágeno quando injetadas em determinadas camadas do tecido epitelial (FRIEDMANN, 2014).

Atualmente existe um vasto portfólio de produtos à base de colágeno hidrolisado, entretanto, poucos são os estudos que buscam caracterizá-lo quanto a sua

composição, estando a sua eficácia atrelada ao que é evidenciado principalmente em seus rótulos. Neste contexto, o presente estudo se apresenta como uma ferramenta capaz de avaliá-los no que tange a sua composição de hidroxiprolina, mensurando deste modo indiretamente o colágeno e, compará-lo a outros produtos cárneos e derivados, a fim de estabelecer a real necessidade de consumo, bem como investigar se o colágeno hidrolisado se apresenta superestimado quando comparado a tais produtos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar o teor do aminoácido hidroxiprolina em cápsulas de colágeno hidrolisado, produtos cárneos e gelatina desidratada comercialmente disponíveis.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar o teor de hidroxiprolina em valores diários a partir de padrões pré-estabelecidos de consumo e assim mensurar indiretamente o consumo de colágeno;
- Adequar técnica espectrofotométrica para investigação de hidroxiprolina;
- Investigar junto a literatura o teor do aminoácido hidroxiprolina em produtos similares analisados.

3 ARTIGO CIENTÍFICO

Artigo Original

ANÁLISE QUANTITATIVA DO AMINOÁCIDO HIDROXIPROLINA EM PRODUTOS CÁRNEOS E DERIVADOS COMERCIALMENTE DISPONÍVEIS

TESCH B¹; LOPES, D.M.F¹; LOPES, S.R.² TAUFNER, G. H.²

¹Graduanda em Biomedicina, Escola Superior São Francisco de Assis, Santa Teresa, Brasil

²Docente do Curso de Biomedicina, Escola Superior São Francisco de Assis, Santa Teresa, Brasil

RESUMO

Introdução O colágeno é o principal componente da MEC (matriz extra celular) e desempenha papel fundamental na biomecânica, reduzindo consideravelmente o impacto do estiramento tecidual sob as células. Suplementos à base de colágeno, derivados de produtos cárneos se apresentam como uma das alternativas à reparação dos efeitos do avanço da idade sobre a pele, movimentando o mercado da saúde estética. Existe vasto portfólio de produtos à base de colágeno hidrolisado, entretanto, poucos são estudos que buscam caracterizá-lo quanto a sua composição, estando a sua eficácia atrelada ao que é evidenciado principalmente em seus rótulos. O presente estudo se apresenta como ferramenta capaz de avaliá-los no que tange a composição de hidroxiprolina, mensurando indiretamente o colágeno e, compará-lo a outros produtos cárneos e derivados, a fim de estabelecer a real necessidade de consumo, bem como investigar se o colágeno hidrolisado se apresenta superestimado. **Objetivo** Investigar o teor do aminoácido hidroxiprolina em cápsulas de colágeno hidrolisado, produtos cárneos e gelatina desidratada comercialmente disponíveis. **Metodologia** A pesquisa foi realizada utilizando três produtos distintos: cápsula de colágeno hidrolisado, carne bovina e gelatina desidratada. A determinação de hidroxiprolina foi realizada utilizando adaptação de protocolo espectrofotométrico cujo princípio é a oxidação e revelação do aminoácido. **Resultado** Estabelecemos as doses diárias de carne bovina (100 g), cápsula de colágeno (1 cápsula) e gelatina (25 g) para investigarmos sob a ótica real

de ingesta e pudemos constatar que o consumo de uma porção de carne bovina de 100 gramas é equivalente a ingesta de 97,78 cápsulas de colágeno e a ingesta de aproximadamente 13 embalagens de gelatina desidratada. **Conclusão** Ao investigar o teor de colágeno indiretamente através da hidroxiprolina em produtos comercialmente disponíveis sugerimos que o consumo das cápsulas de colágeno hidrolisado pode se apresentar superestimado, quando a dose diária recomendada pode ser suprida a partir do consumo de produtos cárneos.

Palavras-chaves: Colágeno hidrolisado, hidroxiprolina, carne, gelatina, cápsula.

ABSTRACT

Introduction Collagen is the main component of the ECM and plays a fundamental role in biomechanics, considerably reducing the impact of tissue stretching under the cells. Collagen-based supplements, derived from meat products, are presented as one of the alternatives to repair the effects of aging on the skin, moving the aesthetic health market. There is a vast portfolio of products based on hydrolyzed collagen, however, there are few studies that seek to characterize it in terms of its composition, and its effectiveness is linked to what is evidenced mainly on its labels. The present study presents itself as a tool capable of evaluating them regarding the composition of hydroxyproline, indirectly measuring collagen and comparing it to other meat products and derivatives, in order to establish the real need for consumption, as well as to investigate whether hydrolyzed collagen is overestimated. **Objective** To investigate the content of the amino acid hydroxyproline in commercially available hydrolyzed collagen capsules, meat products and dehydrated gelatin. **Methodology** The research was carried out using three different products: hydrolyzed collagen capsule, beef and dehydrated gelatin. The determination of hydroxyproline was performed using an adaptation of a spectrophotometric protocol whose principle is the oxidation and revelation of the amino acid. **Result** We established the daily doses of beef (100 g), collagen capsule (1 capsule) and gelatin (25 g) to investigate from the real point of view of intake and we were able to verify that the consumption of a 100-gram portion of beef is equivalent to the intake of 97.78 collagen capsules and the intake of approximately 13 packages of dehydrated gelatin. **Conclusion** When

investigating the collagen content indirectly through hydroxyproline in commercially available products, we suggest that the consumption of hydrolyzed collagen capsules may be overestimated, when the recommended daily dose can be supplied from the consumption of meat products.

Keywords: Hydrolyzed collagen, hydroxyproline, meat, gelatin, capsule.

Introdução

O colágeno é o principal componente da MEC (Matriz extra celular) e desempenha um papel fundamental na biomecânica, reduzindo consideravelmente o impacto do estiramento tecidual sob as células (WALKER; MOJARES; DEL RÍO HERNÁNDEZ, 2018). Estruturalmente, as moléculas de colágeno são formadas por pelo menos quarenta e seis cadeias polipeptídicas denominadas alfa organizadas em formato de tripla hélice (GILLIES et al., 2011; GORDON; HAHN, 2010; ICARDO; COLVEE, 1995). Em sua estrutura micromolecular, os aminoácidos frequentemente encontrados são glicina, prolina e 4-hidroxiprolina, sendo a última responsável por 14% da molécula e encontrada de forma exclusiva no colágeno (SHOULDERS; RAINES, 2010).

Os suplementos à base de colágeno, derivados de produtos cárneos, vem se apresentando como uma das alternativas à reparação dos efeitos do avanço da idade sobre a pele, movimentando o mercado da saúde estética. Atualmente é possível encontrar inúmeras marcas e composições variadas, suplementados com vitaminas, eletrólitos e dentre outros (PRESTES et. al., 2013). Ressalta-se ainda que além dos produtos consumíveis, há ainda o mercado de serviços assistidos onde além de compósitos a base de colágeno, é possível evidenciar a aplicabilidade de bioestimuladores, que na essência, estimulam a produção de colágeno quando injetadas em determinadas camadas do tecido epitelial (FRIEDMANN, 2014).

Atualmente existe um vasto portfólio de produtos à base de colágeno hidrolisado, entretanto, poucos são os estudos que buscam caracterizá-lo quanto a sua

composição, estando a sua eficácia atrelada ao que é evidenciado principalmente em seus rótulos. Neste contexto, o presente estudo se apresenta como uma ferramenta capaz de avaliá-los no que tange a sua composição de hidroxiprolina, mensurando deste modo indiretamente o colágeno e, compará-lo a outros produtos cárneos e derivados, a fim de estabelecer a real necessidade de consumo, bem como investigar se o colágeno hidrolisado se apresenta superestimado quando comparado a tais produtos.

Metodologia

Universo e Amostra

O estudo consiste em uma pesquisa experimental cujo intuito é avaliar o teor de aminoácidos formadores de colágeno, principalmente hidroxiprolina. A pesquisa foi realizada utilizando três produtos distintos: cápsula de colágeno hidrolisado (Ultrafarma 750 mg/ 500 mg de colágeno e 250 mg de compositos suplementares) , carne bovina (Patinho Bovino 100 g) e gelatina desidratada (Dr Oetker 25 g). Os procedimentos analíticos foram realizados no laboratório de pesquisa Louis Pasteur da Escola Superior São Francisco de Assis, localizado no município de Santa Teresa – ES, e no Núcleo de Bioengenharia Tecidual da Universidade Federal do Espírito Santo, localizado no município de Vitória – ES.

Análise Espectrofotométrica de Hidroxiprolina

A determinação de hidroxiprolina foi realizada utilizando adaptação de protocolo espectrofotométrico descrito inicialmente na literatura (TORRE; LICHTIG; BERAQUET, 2004). Para a determinação do aminoácido hidroxiprolina confeccionamos uma curva padrão de nove pontos, partindo de uma solução contendo 625 µg/ml de hidroxiprolina (Sigma Aldrich®). As diluições foram realizadas em microtubos de 2ml utilizando água destilada, onde o volume final foi de 100 µL. Os pontos da curva possuem concentrações entre 625 a 2,44 µg de hidroxiprolina. De cada tubo, foram transferidos 50 µL do diluído para novos microtubos. Como branco foi utilizado 50 µL de água destilada. Em seguida, foram adicionados 450 µL de solução de Cloramina T 0,025M cuja função é oxidar as

moléculas de hidroxiprolina da solução. As amostras descansaram por 30 minutos e posteriormente foram adicionados 500 µL de reagente de Erlich 0,5M (de 4-dimetilaminobenzaldeído em uma solução de 2-propanol/ácido perclórico [2:1]). As amostras foram levadas ao banho maria à 60°C durante 15 minutos.

Amostras de carne bovina, colágeno hidrolisado e gelatina, em triplicata, foram acondicionadas em tubos de 15 mL contendo 50 µL de NaOH 7N para hidrólise alcalina. Como branco, foi utilizado 50 µL de NaOH 7N que foi submetido a todas as etapas do processamento. Os tubos foram autoclavados à 120°C ($p \approx 98,1 \text{ kPa}$) por 40 minutos. Posteriormente, foram adicionados aos tubos, 50 µL de H₂SO₄ 3,5M para acidificar o hidrolisado. Neste momento, as amostras se apresentaram em volume final de 100 µL. Deste volume, foram transferidos 50 µL para um microtubo. Foram adicionados a estes tubos e ao tubo branco 450 µL de Cloramina T 0,0025M. A solução reagiu por 25 minutos em temperatura ambiente. Posteriormente foram adicionados aos tubos amostrais e branco, volume de 500 µL de reagente de Erlich 0,5M. A solução foi acondicionada em banho maria à 60°C por 15 minutos. As amostras alvo e a curva padrão e seus respectivos brancos foram alíquotadas e lidas em triplicata à absorbância de 560 nm em Espectrofotômetro.

Análise Estatística

A análise estatística foi realizada utilizando o software GraphPad Prism Versão 7.0.1 (GraphPad software, Inc, USA, Versão Trial). Os dados foram analisados quanto à normalidade utilizando o teste *Shapiro-Wilk*. Para os dados que se apresentarem dentro de uma distribuição Gaussiana (comparado ao teste de normalidade com $\alpha=0,05$), foi aplicado o teste estatístico *One-way ANOVA*, indicado para comparação entre três ou mais grupos independentes. As amostras entre os grupos foram consideradas significativas quando $p < 0,05$.

Resultados e Discussão

A partir de curva padrão confeccionada com concentrações de hidroxiprolina entre 2,44 e 625 µg ou 0,000244 a 0,625 mg (**Figura 1**), foram mensurados

quantitativamente a concentração do aminoácido presente em amostras de cápsula de colágeno, carne bovina e gelatina (**Figura 2**).

Figura 1 - Curva padrão de hidroxiprolina confeccionada a partir de 9 pontos de diluição.

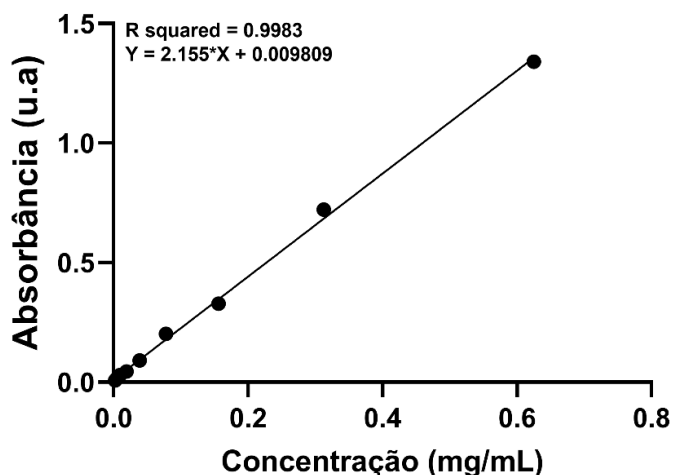
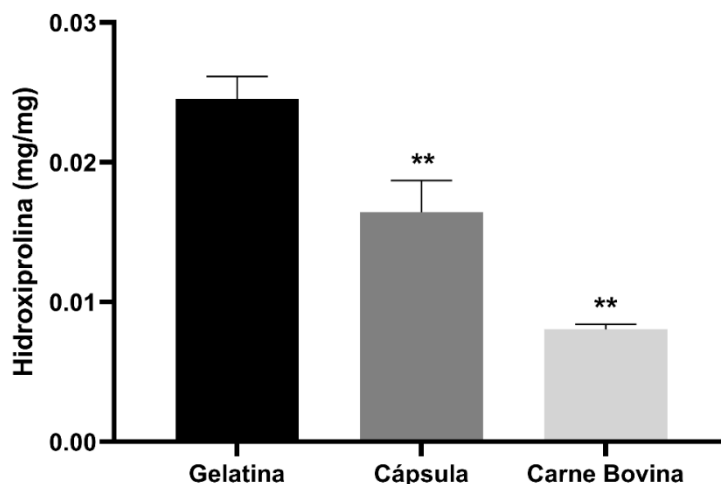


Figura 2 - Hidroxiprolina mensurada por miligrama de peso em três produtos distintos: gelatina, cápsula e colágeno e carne bovina. Teste *One way* ANOVA, **p valor<0,0011.



Analisados em triplicata e com respectivos pesos se apresentando dentro da distribuição normal, constatamos a concentração média de hidroxiprolina por miligrama de peso das amostras investigadas (**Tabela 1**).

Tabela 1 – Concentração média de hidroxiprolina por miligrama de peso das amostras investigadas.

Amostra	Peso da Amostra (mg)	Hidroxiprolina (mg/mg)
Cápsula de Colágeno	26,7 ± 1,45*	0,01644 ± 0,002270
Carne Bovina	13,0 ± 1,58*	0,008039 ± 0,0003823
Gelatina	14,0 ± 1,52*	0,02452 ± 0,001622

*valor de $p > 0,50$.

Ao investigarmos a concentração de hidroxiprolina em peso absoluto, ou seja, corrigidos para os pesos totais dos produtos analisados neste estudo, foi possível mensurar de forma indireta o consumo de colágeno sob espectro do dia a dia. Em outras palavras pudemos observar em números reais a ingesta de colágeno através da hidroxiprolina em padrões diários.

De acordo com Torre e colegas (2004), o aminoácido hidroxiprolina está presente em poucas proteínas, a saber, no colágeno, representando aproximadamente 14% do mesmo. Por essa característica em particular, a quantificação de colágeno em pela mensuração da hidroxiprolina se apresenta como alternativa viável e confiável.

Em carne bovina, apesar da média de hidroxiprolina ($0,008039 \pm 0,0003823$ mg) encontrada por miligrama ser relativamente inferior se comparada aos demais grupos, ao normalizamos para valores próximos ao de uma refeição normal, em porções de carne bovina entre 100 e 400 miligramas, é evidenciado teor elevado do aminoácido, variando entre 803,9 e 3.215,6 mg (**Tabela 2**).

Ressalta-se que os valores em porções cárneas de 100 a 400 miligramas foram utilizados como indicadores através da confecção de curva padrão. No entanto sob mensão dos valores de consumo segundo a Organização Mundial de Saúde OMS esteja entre 300 a 500 gramas semanais, o que equivale a 70 gramas de consumo em uma refeição diária.

Tabela 2 - Concentração em mg de hidroxiprolina em porção diária de carne.

Amostra	mg hidroxiprolina/mg	mg/por peso
Carne Bovina	0,008039 ± 0,0003823	803,9/100g
		1607,8/200g
		3215,6/400g

A investigação espectrofotométrica em carne bovina evidenciou que em uma porção de 100 gramas, há aproximadamente 0,8% de aminoácido hidroxiprolina, corroborando com Oliveira e Oliveira (2011), que encontraram valores entre 0,43% e 1,5% ao investigarem diferentes cortes de carnes bovinas, suínas e de aves.

Em relação a cápsula de colágeno, encontramos valor médio de $0,01644 \pm 0,002270$ mg de hidroxiprolina por miligrama de peso. Ao normalizamos para valores aproximados a doses diárias de uma a três cápsulas, pudemos observar a concentração que a concentração do aminoácido varia entre 8,221 e 24,663 mg (**Tabela 3**).

Tabela 3 - Concentração em mg de hidroxiprolina em doses diárias de cápsulas de colágeno.

Amostra	mg hidroxiprolina/mg	mg/por unidade
Cápsula de Colágeno	0,01644 ± 0,002270	8,221/1 cápsula
		16,442/2 cápsulas
		24,663/3 cápsulas

Encontramos em nosso estudo aproximadamente 8,2 miligramas de aminoácido hidroxiprolina em uma cápsula com peso total de 500 miligramas. Não há estudos científicos que elucidem a dose diária eficaz que apresente efeitos positivos em tecido epitelial, estando os consumidores influenciados exclusivamente pelas informações contidas em rótulos e aquelas divulgadas através de propagandas em

televisão e/ou redes sociais. Entretanto, estudos sugerem que a ingestão diária de produtos suplementados com colágeno apresenta efeito significativo sobre a pele, melhorando a elasticidade e reduzindo as marcas do envelhecimento (BILEK, et al., 2015; CZAJKA, et al., 2018).

Em relação a concentração de hidroxiprolina em gelatina, observamos valor médio de $0,02452 \pm 0,001622$ mg por miligrama de peso. Após a normalização para doses de gelatina não hidratada com peso entre 25 e 100g, constatamos que a concentração do aminoácido apresenta variação entre 61,25 a 245,2 mg (**Tabela 4**).

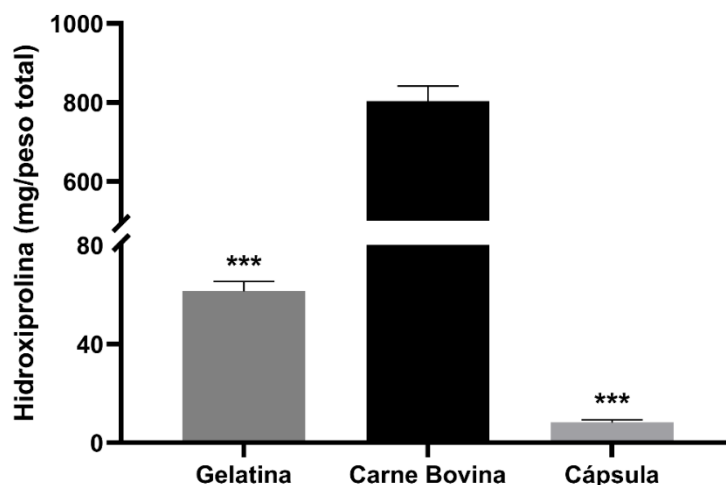
Tabela 4 - Concentração em mg de hidroxiprolina em porções diárias de gelatina.

Amostra	mg hidroxiprolina/mg	mg/por peso
Gelatina	$0,02452 \pm 0,001622$	61,3/25g
		122,6/50g
		245,2/100g

De acordo com Bhagwat e Dandge (2018), o colágeno na íntegra e a gelatina são configurações distintas da mesma macromolécula. A gelatina é obtida a partir da hidrólise parcial do colágeno em um meio ácido ou alcalino, desta forma o colágeno transformado, resulta na formação de um gel rígido após o seu resfriamento (BOBBIO, et al., 1992). Neste contexto, é sugestível que consumir gelatina é o mesmo que consumir colágeno puro.

Estabelecemos as doses por refeição de carne bovina (100 g), cápsula de colágeno (1 cápsula) e gelatina (25 g) para investigarmos sob a ótica real de ingesta e pudemos constatar que o consumo de uma porção de carne bovina de 100 gramas é equivalente a ingesta de 97,78 cápsulas de colágeno e a ingesta de aproximadamente 13 embalagens de gelatina desidratada (**Figura 3**).

Figura 3 - Hidroxiprolina mensurada por miligrama de peso em três produtos distintos: gelatina, cápsula e colágeno e carne bovina. Teste *one way* ANOVA, *** p valor $<0,0001$.



É válido ressaltar que o colágeno hidrolisado existente nas cápsulas, bem como a gelatina, são produtos obtidos diretamente da hidrólise da molécula de colágeno extraída de produtos cárneos bovinos, suínos e pescados (WOLF; SOBRAL; TELIS, 2009; SILVA; PENNA, 2012). Portanto, a ingestão diária dos referidos produtos se apresenta como saída de menor impacto econômico, tendo em vista o preço médio de suplementos farmacêuticos como as cápsulas.

Cabe ressaltar que além da ingestão, é necessário consumir a concentração de colágeno hidrolisado e/ou aminoácidos formadores necessária para torná-los biodisponíveis ao plasma sanguíneo, que por sua vez a distribuirá aos tecidos. Segundo Shigemura e colegas (2014), a ingestão de 153,8 miligramas de hidroxiprolina ou valores superiores por dia, é capaz de impulsionar um acréscimo dos níveis do aminoácido no plasma. Em nosso estudo, evidenciamos que a carne bovina foi o único produto analisado que apresentou teor superior a 153,8 miligramas, totalizando 803,9 miligramas de aminoácido hidroxiprolina em uma porção de carne de aproximadamente 100 gramas.

Conclusão

Ao investigar o teor de colágeno indiretamente através do aminoácido hidroxiprolina em produtos comercialmente disponíveis, sugerimos que o consumo das cápsulas de colágeno hidrolisado pode se apresentar superestimado, quando que a dose diária recomendada pode ser suprida a partir do consumo de produtos cárneos, bem como através do consumo de porções de gelatina. Neste contexto, a alimentação se apresenta como a verdadeira fonte da juventude, no que tange ao consumo do colágeno e seus componentes.

Agradecimentos

Os dados obtidos neste estudo foi uma colaboração entre o Laboratório de Química da Escola Superior São Francisco de Assis e o Núcleo de Bioengenharia Tecidual da Universidade Federal do Espírito Santo.

Referências

BHAGWAT, P. K.; DANDGE, P. B. Collagen and collagenolytic proteases: A review. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 15, p. 43–55, jul. 2018.

BILEK, S. E.; BAYRAM, S. K. Fruit juice drink production containing hydrolyzed collagen. **Journal of Functional Foods**, v. 14, p. 562–569, abr. 2015.

BOBBIO; BOBBIO. **Introdução à química de alimentos**. 2 edição ed. São Paulo: Varela, 1992.

CZAJKA, A. et al. Daily oral supplementation with collagen peptides combined with vitamins and other bioactive compounds improves skin elasticity and has a beneficial effect on joint and general wellbeing. **Nutrition Research**, v. 57, p. 97–108, set. 2018.

FRIEDMANN, D. P.; FABI, S. G.; GOLDMAN, M. P. Combination of intense pulsed light, Sculptra, and Ultherapy for treatment of the aging face. **Journal of Cosmetic Dermatology**, v. 13, n. 2, p. 109–118, jun. 2014.

GILLIES, A. R. et al. Method for Decellularizing Skeletal Muscle Without Detergents or Proteolytic Enzymes. **Tissue Engineering Part C: Methods**, v. 17, n. 4, p. 383–389, abr. 2011.

GORDON, M. K.; HAHN, R. A. Collagens. **Cell and Tissue Research**, v. 339, n. 1, p. 247–257, 20 jan. 2010.

ICARDO, J. M.; COLVEE, E. Atrioventricular valves of the mouse: III. Collagenous skeleton and myotendinous junction. **The Anatomical Record**, v. 243, n. 3, p. 367–375, nov. 1995.

KULAR, J. K.; BASU, S.; SHARMA, R. I. The extracellular matrix: Structure, composition, age-related differences, tools for analysis and applications for tissue engineering. **Journal of Tissue Engineering**, v. 5, 2014.

OLIVEIRA, A. L.; OLIVEIRA, R. B. P. Determinação do teor de hidroxiprolina em diversas classes de embutidos e em carnes industriais. **Revista mv&z**, v. 9, n. 3, p. 74–74, 2011.

PRESTES, R. C. Colágeno e Seus Derivados: Características e Aplicações em Produtos Cárneos. **Journal of Health Sciences**, v. 15, n. 1, p. 65–74, 2013.

RICARD-BLUM, S. The Collagen Family. **Cold Spring Harbor Perspectives in Biology**, v. 3, n. 1, p. 1–19, 2011.

SHIGEMURA, Y. et al. Dose-dependent changes in the levels of free and peptide forms of hydroxyproline in human plasma after collagen hydrolysate ingestion. **Food Chemistry**, v. 159, p. 328–332, set. 2014.

SHOULDERS, M. D.; RAINES, R. T. Collagen Structure and Stability. **Annual Review of Biochemistry**, v. 78, p. 929–958, 2010.

SILVA, T. F.; PENNA, A. L. B. Colágeno: Características químicas e propriedades funcionais. **Rev Inst Adolfo Lutz**, v. 71, n. 3, p. 530–539, 2012.

TORRE, J. C. DE M. DELLA; LICHTIG, J.; BERAQUET, N. J. Validação do método espectrofotométrico para quantificação do aminoácido hidroxiprolina em conservas

de carne Spectrophotometric method validation for hydroxyproline amino acid determination in canned meat. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 63, n. 1, p. 35–42, 2004.

WALKER, C.; MOJARES, E.; DEL RÍO HERNÁNDEZ, A. Role of Extracellular Matrix in Development and Cancer Progression. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 19, n. 10, p. 3028, 4 out. 2018.

WOLF, K. L.; SOBRAL, P. J. A.; TELIS, V. R. N. Physicochemical characterization of collagen fibers and collagen powder for self-composite film production. **Food Hydrocolloids**, v. 23, n. 7, p. 1886–1894, out. 2009.

4 PERSPECTIVAS FUTURAS

Para investigação mais aprofundada, principalmente no que tange a qualidade dos compósitos a base de colágeno disponíveis comercialmente, sugere-se:

- Realizar o protocolo experimental em distintas formulações à base de colágeno e seus aminoácidos;
- Investigar os aminoácidos além da hidroxiprolina;
- Investigar o perfil químico desses compósitos de modo a elucidar quais compostos além dos aminoácidos podem ser encontrados.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FRIEDMANN, D. P.; FABI, S. G.; GOLDMAN, M. P. Combination of intense pulsed light, Sculptra, and Ultherapy for treatment of the aging face. **Journal of Cosmetic Dermatology**, v. 13, n. 2, p. 109–118, jun. 2014.

GILLIES, A. R. et al. Method for Decellularizing Skeletal Muscle Without Detergents or Proteolytic Enzymes. **Tissue Engineering Part C: Methods**, v. 17, n. 4, p. 383–389, abr. 2011.

GORDON, M. K.; HAHN, R. A. Collagens. **Cell and Tissue Research**, v. 339, n. 1, p. 247–257, 20 jan. 2010.

ICARDO, J. M.; COLVEE, E. Atrioventricular valves of the mouse: III. Collagenous skeleton and myotendinous junction. **The Anatomical Record**, v. 243, n. 3, p. 367–375, nov. 1995.

KULAR, J. K.; BASU, S.; SHARMA, R. I. The extracellular matrix: Structure, composition, age-related differences, tools for analysis and applications for tissue engineering. **Journal of Tissue Engineering**, v. 5, 2014.

PRESTES, R. C. Colágeno e Seus Derivados: Características e Aplicações em Produtos Cárneos. **Journal of Health Sciences**, v. 15, n. 1, p. 65–74, 2013.

RICARD-BLUM, S. The Collagen Family. **Cold Spring Harbor Perspectives in Biology**, v. 3, n. 1, p. 1–19, 2011.

SHOULDERS, M. D.; RAINES, R. T. Collagen Structure and Stability. **Annual Review of Biochemistry**, v. 78, p. 929–958, 2010.

SILVA, T. F.; PENNA, A. L. B. Colágeno: Características químicas e propriedades funcionais. **Rev Inst Adolfo Lutz**, v. 71, n. 3, p. 530–539, 2012.