



DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE BEBIDAS DE SORO DE QUEIJO E DE SORO DE RICOTA DE CABRA

Palavras-Chave: Soro de Queijo de Cabra, Soro de Ricota de Cabra, Bebida de Soro, Estabilidade, Análise Sensorial.

Autores(as):

Maria Gabriela Guarnieri Michellim, FEA/ UNICAMP

Júlia Venâncio Kurnick, FEA- UNICAMP

Orientadora: Dra. Aline Artigiani Lima Tribst, NEPA / UNICAMP

INTRODUÇÃO:

O leite de cabra é o terceiro leite mais consumido no mundo (Veruck, Prudêncio, 2018), cuja produção mais que dobrou nos últimos 50 anos (Pulina et al., 2018). Este leite é produzido e processado majoritariamente em pequenas propriedades familiares (Correia et al., 2001), sendo uma atividade de importância econômica para estas famílias (Maia, 2010). No Brasil, a caprinocultura é mais difundida na região Nordeste (90% da produção) como pecuária de subsistência (EMBRAPA, 2018), enquanto que, nas regiões Sul e Sudeste, se concentram os rebanhos mais especializados em leite e uma estrutura de produção mais profissional (Delgado Júnior, 2020).

Além do consumo direto, o leite de cabra é utilizado para produção de derivados, especialmente queijo (Figueiredo, 2017). O soro de queijo é a fração líquida extraída após o processo de coagulação da caseína e representa entre 80-90% do volume de leite processado (Macedo et al., 2018). O aproveitamento desse soro é limitado pela baixa tecnificação dos produtores artesanais, disponibilidade de recursos financeiros para investimento em novos equipamentos e impossibilidade de aproveitamento em conjunto devido à dispersão dos produtores (Dos Santos et al., 2023). Com isso, em pequenos laticínios, a elaboração de produtos a partir do soro fica normalmente restrita à produção de queijo de soro (ex. queijo tipo Ricota), obtido a partir da desnaturação térmica das proteínas do soro. Este processo gera um soro secundário, com baixo conteúdo proteico e de gordura, mas com alta concentração de lactose e minerais (Gerhardt et al., 2013).

O não aproveitamento desses soros reduz os ganhos dos produtores e pode causar impacto ambiental negativo se forem despejados em rios (Kaur et al., 2020; Galdino et al., 2020). Assim, o desenvolvimento de bebidas à base de soros de queijo (SQ) e de soro de ricota (SR) utilizando equipamentos/tecnologias disponíveis e sem adição de leite se destaca como uma alternativa interessante para aproveitamento destes co-produtos. Entretanto, a estabilidade microbiológica e física dos soros (Dos Santos et al., 2023a) e sua baixa aceitação sensorial, devido à alta concentração mineral e alta proporção de lactose:glucose (Zotta et al., 2020) que conferem percepção dos gostos ácido e salgado (Zotta et al., 2020), são desafios para o desenvolvimento do produto.

Dada a importância comercial, social e ambiental do aproveitamento dos SQ e SR de cabra obtidos em queijarias artesanais e os desafios envolvidos na elaboração de bebidas a partir destes soros, o objetivo deste trabalho foi estudar alternativas para produção destes produtos, avaliando sua estabilidade microbiológica e física, características físico-químicas e aceitação sensorial.

METODOLOGIA:

Amostras de soro doce de queijo tipo Feta produzido com leite de cabra foram obtidas da queijaria artesanal Capril do Bosque (Joanópolis, Brasil). Essas amostras foram aquecidas a 40°C e desnatadas para obtenção do soro de queijo. Já, as amostras de soro de ricota foram obtidas por aquecimento do soro primário

desnatado à 85 °C, seguido da adição com ácido láctico concentrado até pH 5,5 - 5,3 (~0,1% v/v) e aquecimento à 90 °C para completar a desnaturação das proteínas. As amostras foram então filtradas em tecido para reter a proteína coagulada, sendo o soro secundário o permeado da filtração.

Para a produção de amostras não fermentadas (SQ neutro), o SQ foi adicionado de 0,3% de pectina de baixo teor de metoxilação, 5% de sacarose, 0,54% de café liofilizado e 0,08% de aroma de baunilha (definidos em pré-testes sensoriais e de estabilidade física). Em seguida, foram pasteurizadas a 75 °C/ 5 min (Tribst & Leite Júnior, 2022, Santos et al., 2023), refrigeradas, inoculadas com 10⁷ UFC/mL de *Lactocaseibacillus casei* (BGP1, Sacco, Itália) para bioproteção e estocadas à 4 °C por 28 dias para avaliação da estabilidade. Para as amostras fermentadas, SQ e SR foram adicionados de 0,3% de pectina de alto teor de metoxilação e 6% de sacarose (definidos em pré-testes sensoriais e de estabilidade física). Após a formulação, as amostras foram agitadas por 15 min para hidratação da pectina e pasteurizadas a 75 °C/ 5 min (Tribst & Leite Júnior, 2022). Em seguida, a temperatura foi reduzida para 43 °C, a cultura de iogurte (Y 472E, Sacco, Itália) foi adicionada na concentração de 10⁷ UFC/mL e as amostras foram fermentadas até pH 4,7, sendo posteriormente refrigeradas a 4°C e estocadas nesta condição por 28 dias para avaliação da estabilidade. Cada soro foi processado em triplicata.

Após 1, 14 e 28 dias, contagens de bactérias lácticas (BAL), pH e acidez titulável foram determinadas em triplicata e a luminosidade foi medida em sextuplicata usando colorímetro ULTRA PRO (HunterLab®, D65, Hunter Associates Laboratory, EUA) após 1 e 28 dias de armazenamento (Tribst et al., 2020). A estabilidade física foi avaliada por escaneamento das amostras em tubos de borossilicado com luz NIR a 880 nm (Turbiscan Lab expert, Formulation®, Toulouse, França) após 0, 4, 7, 14, 20 e 27 dias de estocagem das amostras, sendo mensurada a % de retroespalhamento da luz NIR em diferentes alturas do tubo. O tamanho de partícula foi determinado em analisador de tamanho de partícula por difração a laser Mastersize® (Malvern Instruments Ltd, Inglaterra) equipado com uma lente 300 RF (Reverse Fourier) e laser He-Ne ($\lambda = 633$ nm). A viscosidade aparente das bebidas (n_{app}) foi determinada em um reômetro (TA Instruments, modelo AR 2000ex, EUA) equipado com geometria cone-placa de aço inoxidável (40 mm de diâmetro) e 1 mm de altura após 1 e 28 dias de estocagem (Tribst et al., 2020).

120 participantes (49 homens e 72 mulheres, 18-68 anos) recrutados na UNICAMP participaram da análise sensorial (CAAE 59354422.9.0000.5404). Os participantes foram convidados a experimentar as amostras e indicar sua aceitação em relação ao sabor, acidez, textura e gosto geral usando uma escala hedônica estruturada de 9 pontos (desgostei extremamente a gostei extremamente) (Pereira et al., 2019). A descrição das amostras foi obtida por meio do teste check-all-that-apply (CATA) (Pereira et al., 2019). Os 14 termos CATA utilizados foram relacionados aos produtos lácteos/soro e sabores utilizados nas amostras (doce, salgado, ácido, amargo, adstringente, viscoso, grumos, homogêneo, lácteo, líquido, rançoso, iogurte/leite fermentado, baunilha e café) (Tribst et al., 2020). Os termos foram equilibrados entre amostras e participantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A tabela 1 mostra os resultados obtidos para pH, acidez, contagem de BAL e luminosidade. Nota-se que as três amostras apresentaram pequenas reduções de pH, sem que isso fosse perceptível em termos de aumento de acidez, dada a maior variabilidade das análises. Para a contagem de bactérias lácticas (BAL), observou-se que apenas no soro neutro houve crescimento de cerca de 3 log do *L. casei*, similar ao observado por Tribst e Leite Júnior (2022), enquanto que as amostras fermentadas com cultura de iogurte mostram manutenção das contagens (~6 log UFC/ mL). Para o parâmetro L* a variação foi muito pequena para todas as amostras, indicando níveis de luminosidade semelhantes.

Tabela 1 – Análises de bebidas de soro de queijo e de soro de ricota de cabra ao longo da estocagem.

Amostras	Tempo	pH	Acidez	BAL	Cor (L*)
SQ neutro		6,01 ± 0,06 ^{a, A}	0,70 ± 0,10 ^{c, A}	4,81 ± 0,12 ^{b, B}	30,56 ± 1,09 ^{b, A}
SQ fermentado	1 dia	4,55 ± 0,13 ^{b, A}	2,33 ± 0,24 ^{a, A}	5,77 ± 0,16 ^{a, A}	32,88 ± 1,16 ^{a, A}
SR fermentado		4,61 ± 0,05 ^{b, A}	1,76 ± 0,13 ^{b, A}	5,85 ± 0,32 ^{a, A}	28,61 ± 1,10 ^{c, A}
SQ neutro		5,37 ± 0,04 ^{a, B}	0,72 ± 0,08 ^{c, A}	8,41 ± 0,23 ^{a, A}	30,83 ± 1,0 ^{ab, A}
SQ fermentado	28 dias	4,31 ± 0,25 ^{b, A}	2,49 ± 0,39 ^{a, A}	5,95 ± 0,35 ^{b, A}	32,08 ± 1,7 ^{a, A}
SR fermentado		4,49 ± 0,06 ^{b, B}	1,69 ± 0,15 ^{b, A}	5,70 ± 0,14 ^{b, A}	29,29 ± 1,21 ^{b, A}

^{a-c} Letras minúsculas significam diferença entre as amostras no mesmo dia (Teste de Tukey, 5% de n.s.). ^{A-B} Letras maiúsculas representam diferença entre a mesma amostra em dias diferentes (Teste de Tukey, 5% de n.s.).

A figura 1 ilustra o fenômeno de formação de sedimentos durante a estocagem. A avaliação destes resultados demonstra que o SQ neutro apresentou sedimentação no início da estocagem, mantendo altura constante, mas com adensamento de partículas ao longo do tempo. Já o SQ fermentado se manteve estável por 7 dias, porém apresentou intensa sedimentação em 15 dias, com formação de sedimentos correspondente a 10% da altura do tubo e 15% das partículas, seguido de posterior achatamento da altura de sedimentos, por acomodação das partículas. Por fim, no SR foi observado sedimentação já no início da estocagem, sugerindo que a pectina não foi suficiente para estabilizar o sistema. A avaliação geral dos dados sugere que apesar do uso de pectina nas amostras reduzir a ocorrência de sedimentação (Dos Santos et al., 2023), ela não foi suficiente para garantir a completa estabilidade das amostras.

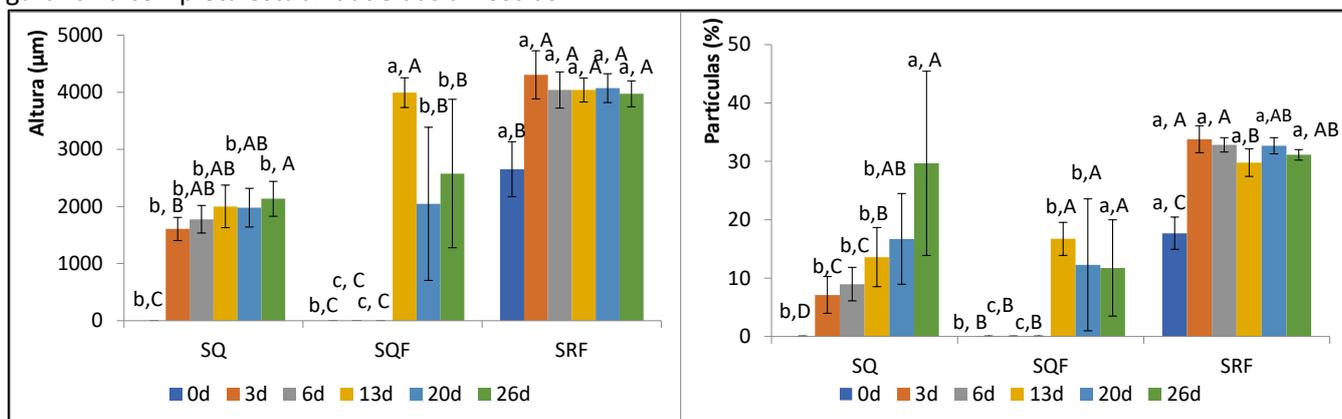


Figura 1 - Altura de Sedimentação µm e % de partículas sedimentadas do soro de queijo neutro (SQ) soro de queijo fermentado (SQF) e soro de ricota fermentado (SRF) ao longo do tempo.

* a-c Letras minúsculas significam diferença entre as amostras no mesmo dia (Teste de Tukey, 5% de n.s.). A-C Letras maiúsculas representam diferença entre a mesma amostra em dias diferentes (Teste de Tukey, 5% de n.s.).

A figura 2 mostra a distribuição do tamanho de partículas nas amostras de soro de bebida após 1 e 28 dias de estocagem. É possível observar que, para as amostras de SQ neutro e fermentado houve uma distribuição bimodal, com presença de partículas em torno de 1 µm e outras em próximo a 100 µm, sendo o primeiro pico relacionado às partículas originais do soro (especialmente proteínas e seus agregados) e o segundo pico relacionado às partículas de pectina. Observa-se que o primeiro pico é maior para as amostras neutras, sugerindo que a interação entre proteínas e pectina nesta amostra foi menor do que nas amostras fermentadas, o que pode explicar a maior sedimentação inicial observada nas amostras neutras (Figura 1). Por outro lado, as amostras de SR se caracterizaram por distribuição monomodal, com pico perto de 100 µm, o que era esperado, uma vez que a fração proteica foi previamente removida neste soro. Ademais, foram observadas poucas diferenças entre as amostras após 1 e 28 dias de estocagem.

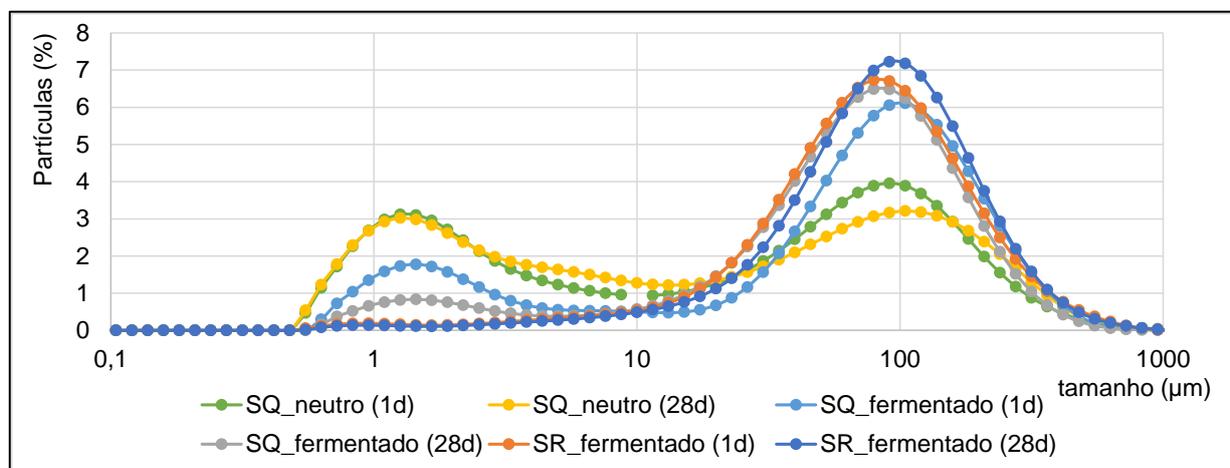


Figura 2 – Distribuição do tamanho de partículas do soro de queijo (SQ) neutro e fermentado e do soro de ricota (SR) fermentado após 1 e 28 dias.

A tabela 2 indica a viscosidade aparente das amostras submetidas a uma taxa de 50/s e 100/s. As amostras fermentadas foram as que apresentaram maior viscosidade inicial, provavelmente pelo maior efeito da pectina em pH ácido (Food Ingredients Brasil, 2014) e também pela formação de hexopolissacarídeos pela cultura de iogurte (Cardoso, 2016). Por outro lado, após a estocagem, a viscosidade das amostras de SQ neutro e SR fermentado aumentou, com maior valor para a de SQ neutro, possivelmente devido à subprodutos do crescimento da cultura bioprotetora utilizada. Tais diferenças foram mais perceptíveis na menor taxa avaliada (50/s).

Tabela 2 - Análise reológica de soro de queijo e de soro de ricota de cabra ao longo da estocagem.

Amostra	Tempo	n _{app} 50 (mPa.s)	n _{app} 100 (mPa.s)
SQ neutro		3,11 ± 0,18 ^{b, B}	3,18 ± 0,16 ^{c, B}
SQ fermentado		6,16 ± 0,19 ^{a, A}	5,25 ± 0,17 ^{a, A}
SR fermentado	1 dia	5,61 ± 0,67 ^{a, B}	4,60 ± 0,42 ^{b, B}
SQ neutro		5,99 ± 0,61 ^{a, A}	4,22 ± 0,40 ^{b, A}
SQ fermentado		6,32 ± 0,38 ^{a, A}	5,18 ± 0,18 ^{a, A}
SR fermentado	28 dias	6,41 ± 0,27 ^{a, A}	5,45 ± 0,08 ^{a, A}

* ^{a-c} Letras minúsculas significam diferença entre as amostras no mesmo dia (Teste de Tukey, 5% de n.s.). ^{A-C} Letras maiúsculas representam diferença entre a mesma amostra em dias diferentes (Teste de Tukey, 5% de n.s.).

A avaliação sensorial mostrou que as amostras tiveram diferentes níveis de aceitação, com médias de 6,7, 4,7 e 4,8 para aceitação global de SQ neutro, SQ fermentado e SR fermentado, respectivamente. Assim, a amostra de SQ neutro foi a de melhor aceitação, enquanto as demais tiveram aceitação intermediária. Além disso, a avaliação dos dados do teste CATA sugere que a maior aceitação da amostra SQ pode ser atribuída a ela ser associada a café, baunilha, amargo, doce e líquido. Já as outras amostras tiveram menor aceitação provavelmente por serem associadas à viscosas, ácidas e gosto de ranço. É importante destacar que as amostras foram pouco relacionadas aos termos adstringente, salgado e grumos, indicando que as técnicas utilizadas para estabilização física e para mascarar os principais defeitos do soro foram bem sucedidas. Em relação à baixa aceitação sensorial dos produtos fermentados, é válido destacar que se trata de um produto diferente uma vez que produtos derivados de cabra não são comuns no mercado brasileiro. A aceitação também pode relacionada ao fato de que usualmente em bebidas lácteas o soro é associado ao leite e, oferecido de forma pura.

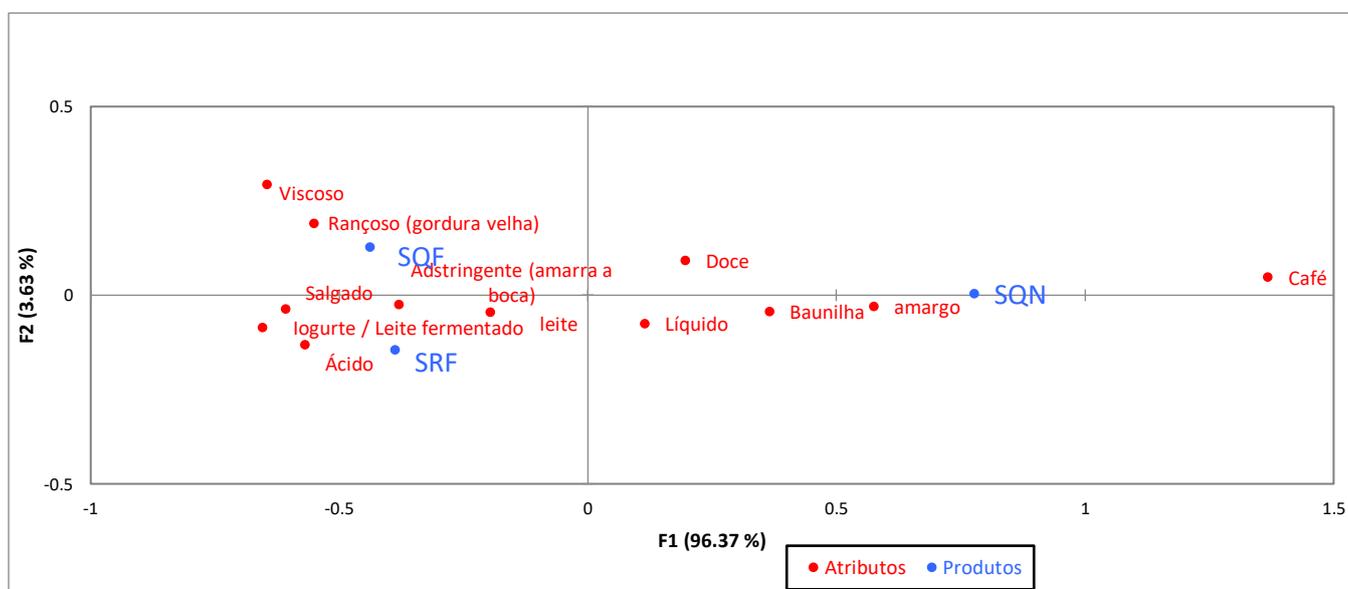


Figura 3 – Mapa de avaliação sensorial de bebida de soro de queijo neutro (SQN), soro de queijo fermentado (SQF) e soro de ricota fermentado (SRF).

CONCLUSÕES:

A partir dos resultados, observou-se que o tratamento térmico associado à fermentação ou uso de bioprotetor resultou em contagens de BAL de ~6 log nas fermentadas durante a vida de prateleira e crescimento para ~8 log quando inoculado de *L. casei*, tornando-se um alimento potencialmente probiótico sem grandes alterações nas características físico-químicas. Por outro lado, em termos de estabilidade física, a adição de pectina aumentou a consistência do produto e reduziu a separação de fase das amostras, mas não a evitou por completo. Em relação à percepção sensorial, a bebida de soro de queijo neutro teve maior aceitação, enquanto que as fermentadas tiveram aceitação intermediária. É válido ressaltar que as amostras fermentadas não foram adicionadas de saborizantes com o objetivo de produzir um alimento *clean label* e este fator que pode ter influenciado na aceitação; logo uma formulação com mais ingrediente/aromas para disfarçar as características indesejáveis percebidas pode ser uma solução para garantir maior aceitação dessas amostras.

BIBLIOGRAFIA

- Cardoso, S. C. (2016). Otimização da produção de exopolissacarídeos em iogurte natural.
- Delgado Júnior, I. J. et al. (2020). **Produção, composição e processamento de leite de cabra no Brasil**.
- Dos Santos, F. R.; Leite Junior, B. R. C.; Tribst, A. A. L. **Journal of Food Science and Technology**, p. 1-10, 2023.
- Figueiredo, N. C. (2017). **Leite de Cabra: diagnóstico de qualidade na mesorregião da zona da mata mineira e estudos das alterações do leite armazenado por sete dias em condições laboratoriais**.
- Food Ingredients Brasil. PECTINAS PROPRIEDADES E APLICAÇÕES. Revista – Fi. 2014. Disponível em: https://revista-fi.com/upload_arquivos/201606/2016060026332001464897653.pdf. Acesso em: 10/07/2023.
- Galdino, I.K.C.P.O., et al. (2020). PeerJ, 2, e8619
- Gerhardt, Â. et al. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 68, n. 390, p. 41-50, 2013.
- Junior, B. R. C. L.; Tribst, A. A. L. Use of nisin and bioprotective lactic cultures to extend the shelf life of sheep and goat cheese whey. **Food Bioscience**, v. 50, p. 102096, 2022.
- Kaur, N., et al. (2020). **Chemical Engineering Communication**, 207(1), 123-138.
- Macedo, A., et al. (2018). **Membranes**, 8(4), 114.
- Maia, M. S. et al. Sistema de produção de caprino leiteiro para a agricultura familiar. **Natal: EMPARN**, 2010.
- Nóbrega, A.; Vergne, M. Novo Censo Agropecuário mostra crescimento de efetivo de caprinos e ovinos no Nordeste. **Embrapa Ovinos e Caprinos**, 2018.
- Pereira, G.S. et al. (2019). **Journal of Sensory Studies**, 34(3), 12497
- Pulina, G. et al. Invited review: Current production trends, farm structures, and economics of the dairy sheep and goat sectors. **Journal of dairy science**, v. 101, n. 8, p. 6715-6729, 2018.
- Tribst, A. A. L., et al. **International Dairy Journal**, v. 111, p. 104833, 2020.
- Veruck, S., Prudêncio, E.S. (2018). **Inovação na tecnologia de derivados do leite de cabra**. Ponta Grossa: Atena Editora. 63p.
- Zotta, T. et al. (2020). **Applied Microbiology and Biotechnology**, 104 (7), 2749-2764.