



GIOVANA ZANÚNCIO ARAUJO

**AVALIAÇÃO DA MICROBIOTA DO SOCOL PRODUZIDO NO
VERÃO, NA REGIÃO DE VENDA NOVA DO IMIGRANTE/ES**

LAVRAS - MG

2025

GIOVANA ZANÚNCIO ARAUJO

**AVALIAÇÃO DA MICROBIOTA DO SOCOL PRODUZIDO NO VERÃO, NA REGIÃO
DE VENDA NOVA DO IMIGRANTE/ES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Prof. DSc. Luís Roberto Batista

Co-orientadora

Prof.^a DSc. Maíra Maciel Mattos de Oliveira

LAVRAS – MG

2025

**Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração
de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados
informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Zanúncio Araujo, Giovana.

Avaliação da microbiota do socol produzido no verão, na região de Venda Nova Do
Imigrante/ES / Giovana Zanúncio Araujo. - 2025.
62 p.

Orientador: Luís Roberto Batista

Coorientadora: Maíra Maciel Mattos de Oliveira

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2025.
Bibliografia.

1. microbiota *terroir*. 2. produto artesanal. 3. produto cárneo dessecado. I.
Roberto Batista, Luís. II. Maciel Mattos de Oliveira, Maíra. III. Universidade Federal
de Lavras. IV. Título.

GIOVANA ZANÚNCIO ARAUJO

**AVALIAÇÃO DA MICROBIOTA DO SOCOL PRODUZIDO NO VERÃO,
NA REGIÃO DE VENDA NOVA DO IMIGRANTE/ES**

**EVALUATION OF THE MYCOBIOTA OF SOCOL PRODUCED IN THE
SUMMER, IN THE VENDA NOVA DO IMIGRANTE/ES REGION**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Ciência dos Alimentos, área de
concentração em Micologia de
Alimentos, para a obtenção do
título de Mestre.

APROVADA em 30 de março de 2025.

DSc. Máira Maciel Mattos de Oliveira

DSc. Daniela Cordeiro

DSc. Jaqueline de Paula Rezende

IFES

IFES

UFLA

Orientador

Prof. DSc. Luís Roberto Batista

Co-orientadora

Prof.^a DSc. Máira Maciel Mattos de Oliveira

**LAVRAS – MG
2025**

Dedico à Pedro Henrique e Matheus.

AGRADECIMENTOS

Acredito que tudo possui um começo, meio e fim. Cada experiência carrega consigo o peso do passado, presente e futuro, e isso é inerente ao ato de viver. Durante a caminhada do mestrado, esse foi o aprendizado mais significativo para mim. Dentre as diversas vivências que pude experienciar, dentro ou fora da universidade, cada uma delas me mostrou que o agora é o momento de ação e realização. Mas para que eu pudesse compreender esse conceito fundamental, muitas pessoas incríveis estiveram comigo. E à elas, tenho muito a agradecer, pois a lista é grande.

Em primeiro lugar, coloco aqui meu amor eterno e admiração pela pessoa que foi Pedro Henrique. Seu apoio me fez acreditar que o mestrado era algo possível e que eu conseguiria realizar. Agradeço todos os dias por ter podido dividir a vida com você, especialmente durante meu tempo de mestrado, onde seu apoio emocional foi mais que necessário. Gostaria que pudesse ver essa conquista, embora saiba que estaria orgulhoso de mim. Nenhum momento ao seu lado foi em vão, e sou grata por cada um deles.

Aos meus queridos pais Rita e João, que me ensinaram sobre profissionalismo, ética, amor, companheirismo, amizade, cuidado e tantos outros tópicos que me guiaram durante essa jornada, meu imenso muito obrigada. Sem vocês e seu apoio, essa caminhada não seria possível.

Às minhas irmãs: Ayana, Maria, Daniela e Júlia, agradeço cada palavra de carinho e sabedoria. Vocês são a minha grande inspiração de mulheres fortes e dedicadas! Não tenho palavras para agradecer por sempre estarem de coração comigo em cada etapa. E aos meus sobrinhos, Amanda, Fernanda e Artur, tenho muita gratidão por cada momento que vocês me deram força e uma nova perspectiva de vida, sem vocês eu estaria bem menos esperançosa com o futuro.

Não posso deixar de agradecer à minha grande amiga e companheira de Lavras... Akiiany foi e é um grande respiro em meio a todas as turbulências da vida. Ela me acolheu, cuidou e se fez presente nos momentos que mais precisei. Foi alegria e luz, me incentivando a viver e a me encontrar nessa caminhada. Sua amizade me faz melhor e mais feliz, obrigada!

Ao meu querido amigo Matheus, que foi o primeiro a me receber em uma cidade nova, sempre com um sorriso lindo no rosto! Ele que me apresentou muita

gente legal e lugares especiais em Lavras. Obrigada por sua amizade, enquanto estive aqui conosco. Você é uma saudade profunda, amigo amado. Te honro com a finalização deste trabalho!

Aos grandes companheiros de laboratório, amigos que levarei para a vida: Cristiane, Wellington, Harrison, Nicholas, Kelly, Fabiana Passamani, Fabiana Lima, Nadjila, Lucy, Thalyssa, Fernanda, Miriam, Kátia, Eduardo, Júlia, Giovana Silva e Luiz Eduardo por toda paciência, cuidado, atenção, brincadeiras e convívio. Destaco o meu agradecimento especial aos queridos amigos Cristiane, Nicholas, Wellington, Fabiana Passamani e Kelly, que me fizeram passar firme pela reta final, apesar das crises de ansiedade.

Ao meu orientador, Luís Roberto Batista, agradeço pela confiança e pelos ensinamentos compartilhados durante toda a pesquisa. À minha co-orientadora, Maíra Maciel Mattos de Oliveira, agradeço pelo apoio e companheirismo durante as mais diversas situações passadas ao longo do mestrado. Agradeço também a todos os professores, técnicos (as) e outros profissionais da UFLA, por todo amparo.

À Universidade Federal de Lavras, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, deixo meu reconhecimento por todo apoio financeiro e logístico para a realização desta pesquisa. Também ao Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos e todo o Departamento de Ciência/Engenharia de Alimentos, pela possibilidade de trabalhar em um local com tanta gente disposta e aberta.

Ao projeto Dança, Música e Compasso (DCM), da UFLA, agradeço por cada dia que pude finalizar um dia cansativo de trabalho dançando, fosse forró ou zouk. A cada professor e aluno, que hoje tenho a honra de chamar de amigos, eu sou grata por cada energia trocada em cada momento. A dança, mais uma vez, me salvou de mim mesma.

E por fim, agradeço por nome aos amigos que me deram sua amizade e me tornaram mais feliz nessa caminhada: Luiz Eduardo, Eduarda e Luciléia, Mark, Sandy e Daniel, Ana Mendes, Ana Laura, Ingrid, Sheila, Gustavo, Pâmela, Paloma, Vanessa Martins e Manu, Carlos, Hygor, Leonardo e Fernando (República Homosapiens), João Carlos, Marcos, Antônio e Lívia, Samanda e Nathália, Jherisson, Daniela, Lolla e Lucas, Ádrian e Clara, LG, Hernandez, Diego, Beatriz, Rodrigo, Eliza, Andressa, Bárbara, Amanda, Ana Carolina, Fabiano, Joaquim, Kallyne, Adrielly, Laura, Natália, Duda, Caio, Mariana e Gabriel, Ronan e Vânia,

Guilherme, Gabriele, Janaína e tantas outras pessoas especiais que passaram na minha vida durante esse tempo.

“A prática do diálogo é um dos meios mais simples com que nós, como professores, acadêmicos e pensadores críticos, podemos começar a cruzar as fronteiras, as barreiras que podem ou não ser erguidas pela raça, pelo gênero, pela classe social, pela reputação profissional e por um sem-número de outras diferenças (...)”

Bell Hooks

RESUMO

O socol é um embutido artesanal feito a partir do lombo suíno e submetido à condimentação, secagem, salga e maturação. Sua difusão no Brasil ocorreu com a chegada dos imigrantes italianos no século XIX, e continua sendo produzido na cidade de Venda Nova do Imigrante/ES. É um produto artesanal, feito em pequenas propriedades familiares, e apresenta crescimento fúngico durante sua maturação. Os fungos desempenham um papel importante durante a maturação de embutidos, sendo responsáveis pelo desenvolvimento de características sensoriais, como sabor, textura, aromas, dentre outros. Entretanto, alguns fungos podem ser deterioradores e toxigênicos, sendo relevantes na segurança dos alimentos devido à capacidade de produzir micotoxinas, que são tóxicas para humanos e animais. A garantia da qualidade microbiológica do socol e a identificação dos principais gêneros e espécies de fungos e leveduras são essenciais para sua manutenção e expansão no mercado de alimentos. Buscou-se avaliar a comunidade fúngica do socol, em relação às seguintes variáveis: tempo de maturação (30 e 45 dias), local de produção (três propriedades: A, B e C), estação do ano (verão) e parte da peça de socol (parte interna (SPI) e parte externa (SPE)). O estudo identificou que o principal contaminante do produto produzido no verão foi o *Aspergillus ochraceus*, que esteve presente nas amostras de todas as propriedades. O gênero *Penicillium* foi identificado em alta porcentagem em todas as amostras de socol, com algumas espécies identificadas: *P. implicatum*, *P. waksmanii*, *P. solitum* e *P. seção citrina*, em SPI; e *P. implicatum*, *P. waksmanii*, *P. solitum*, *P. fellutanum* e *P. corylophilum*, em SPE. Duas espécies de levedura foram identificadas: *Candida metapsilosis* e *Debaryomyces hansenii*. Através dos resultados obtidos, nota-se diferença nas espécies e gêneros identificados, considerando os produtores A, B e C, e os dois meios de cultura utilizados. Na quantificação de colônias, todas as propriedades apresentaram contagens mais altas em SPE. No geral, as propriedades A e C apresentaram maior quantificação, enquanto a B foi menor. Os resultados foram significativamente diferentes ($p < 0,05$), comparando-se entre os produtores e entre os tempos de maturação. Isso indica que existem padrões de desenvolvimento fúngico específicos e que se diferem entre as propriedades.

Palavras-chave: *micobiota terroir; produto artesanal; produto cárneo dessecado.*

ABSTRACT

Socol is an artisanal dry-cured sausage made from pork loin, subjected to seasoning, drying, salting, and maturation. Its introduction to Brazil dates back to the arrival of Italian immigrants in the 19th century, and it remains primarily produced in Venda Nova do Imigrante, Espírito Santo. As a handmade product from small family farms, socol develops fungal growth during maturation. Fungi play a key role in the maturation of cured meats, contributing to sensory attributes such as flavor, texture, and aroma. However, some fungi may act as spoilage or toxigenic agents, posing food safety risks due to their potential to produce mycotoxins, which are harmful to humans and animals. Ensuring the microbiological quality of socol and identifying the main genera and species of fungi and yeasts are essential for its market preservation and expansion. This study evaluated the fungal community in socol considering the following variables: maturation time (30 and 45 days), production site (three farms: A, B, and C), season (summer), and the part of the product (inner part [SPI] and outer part [SPE]). The main contaminant identified in summer-produced samples was *Aspergillus ochraceus*, present across all farms. The genus *Penicillium* was highly prevalent in all samples, with species such as *P. implicatum*, *P. waksmanii*, *P. solitum*, and *P. section Citrina* (SPI), and *P. implicatum*, *P. waksmanii*, *P. solitum*, *P. fellutanum*, and *P. corylophilum* (SPE). Two yeast species were identified: *Candida metapsilosis* and *Debaryomyces hansenii*. Results revealed differences in species and genera between farms (A, B, C) and the two culture media used. Colony quantification showed higher counts in SPE across all farms, with farms A and C exhibiting higher overall fungal loads than B. Statistical analysis ($p < 0.05$) confirmed significant differences between producers and maturation times, indicating farm-specific fungal development patterns.

Keywords: *artisanal product; dried meat product; terroir mycobiota.*

INDICADORES DE IMPACTO

A presente dissertação contribuiu para a segurança e valorização de um produto artesanal com Indicação Geográfica (IG), gerando impactos em múltiplas dimensões. Do ponto de vista social, o estudo beneficiou diretamente produtores familiares de Venda Nova do Imigrante/ES, território reconhecido pela tradição do socol, ao identificar os fungos predominantes (*Aspergillus ochraceus* (contaminante toxigênico) e espécies de *Penicillium*) e sua quantificação durante a maturação. Esses resultados encaminham para práticas de controle micológico, reduzindo riscos à saúde pública associados a micotoxinas e fortalecendo a confiança do consumidor em um alimento culturalmente relevante, produzido por uma comunidade de descendentes de italianos. No âmbito tecnológico, buscou-se prosseguir as investigações acerca da micobiota *terroir* do socol, estabelecendo parâmetros para futuros protocolos de análises microbiológicas do produto, além de estudar o mesmo sob condições climáticas adversas (verão). Encontraram-se leveduras com potencial ação nas características sensoriais e bioprotetores (*Debaryomyces hansenii* e *Candida metapsilosis*). As quantificações de fungos em diferentes tempos de maturação (30 e 45 dias) e partes da peça (SPI/SPE), oferecem bases científicas sobre o processo produtivo. Economicamente, o trabalho impacta a cadeia produtiva ao propor soluções para minimizar perdas sazonais (como a dessecação irregular no verão), aumentando a competitividade de pequenas agroindústrias locais. Além disso, a dissertação fortalece a IG do socol, agregando valor comercial ao vincular qualidade microbiológica à autenticidade do produto. Na questão cultural, a pesquisa preserva saberes tradicionais ao documentar a micobiota única associada ao socol, reforçando sua identidade como patrimônio alimentar capixaba. Os resultados alinham-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, especialmente ODS 2 (Fome Zero), ao buscar auxiliar na garantia alimentos seguros, ODS 8 (Trabalho Decente), ao fomentar economias locais e ODS 12 (Consumo e produção responsáveis), por gerar conscientização na produção de socol. A área temática da Política Nacional de Extensão mais relevante é Tecnologia e Produção (7), com potencial extensão para Saúde (6), dado o foco em segurança de alimentos. O estudo envolveu três propriedades rurais e gerou subsídios para capacitações técnicas e conscientização da importância do tema, demonstrando impacto extensionista ao conectar universidade, produtores e sociedade.

IMPACT INDICATORS

This dissertation contributed to the safety and valorization of an artisanal product with Geographical Indication (GI), generating impacts across multiple dimensions. From a social perspective, the study directly benefited family farmers from Venda Nova do Imigrante/ES, a territory recognized for the tradition of socol, by identifying the predominant fungi (*Aspergillus ochraceus*—a toxigenic contaminant—and species of *Penicillium*) and quantifying them during maturation. These findings guide the adoption of mycological control practices, reducing public health risks associated with mycotoxins and strengthening consumer confidence in a culturally relevant food produced by a community of Italian descendants. In the technological domain, the research sought to advance investigations into the socol terroir mycobiota, establishing parameters for future microbiological analysis protocols of the product, in addition to studying it under adverse climatic conditions (summer). Yeasts with potential roles in sensory characteristics and as bioprotective agents (*Debaryomyces hansenii* and *Candida metapsilosis*) were identified. The quantification of fungi at different maturation times (30 and 45 days) and in different parts of the piece (SPI/SPE) provides scientific bases for the production process. Economically, the work impacts the production chain by proposing solutions to minimize seasonal losses (such as irregular desiccation in summer), thereby increasing the competitiveness of small local agro-industries. Furthermore, the dissertation strengthens the socol GI, adding commercial value by linking microbiological quality to product authenticity. From a cultural standpoint, the research preserves traditional knowledge by documenting the unique mycobiota associated with socol, reinforcing its identity as a food heritage of Espírito Santo. The results align with the United Nations Sustainable Development Goals (ODS), particularly ODS 2 (Zero Hunger), by contributing to the assurance of safe food; ODS 8 (Decent Work), by fostering local economies; and ODS 12 (Responsible Consumption and Production), by raising awareness in socol production. The most relevant thematic area of the Brazilian National Extension Policy is Technology and Production (7), with potential extensions to Health (6), given the focus on food safety. The study involved three rural properties and provided inputs for technical training and awareness of the topic's importance, demonstrating extensionist impact by connecting university, producers, and society.

LISTA DE SIGLAS

ASSOCOL	Associação dos Produtores de Socol de Venda Nova do Imigrante
BAL	Bactérias Ácido-Láticas
BDA	Ágar Batata Dextrose
BDL	Brazilian Dry-cured Loin
BPF	Boas Práticas de Fabricação
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CYA	Ágar Czapek Levedura
DG18	Ágar Dichloran Glicerol Medium Base
DRBC	Ágar Dicloran Rosa Bengala Cloranfenicol
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
INCAPER	Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
IG	Indicação Geográfica
MA	Ágar Malte
MEA	Ágar Extrato de Malte e Levedura
OTA	Ocratoxina A
QMA	Queijo Minas Artesanal
RTIQ	Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade
SPE	Socol Parte Externa
SPI	Socol Parte Interna
UFLA	Universidade Federal de Lavras
UFC	Unidade Formadora de Colônia
UR	Umidade Relativa do Ar
VNI	Venda Nova do Imigrante
YEPG	Yeast Extract Peptone Glucose

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	12
INDICADORES DE IMPACTO.....	13
IMPACT INDICATORS.....	14
LISTA DE SIGLAS.....	15
1. INTRODUÇÃO	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1 Contextualização sobre o socol e a área de produção.....	19
2.2 Qualidade do socol.....	20
2.3 Processo de maturação.....	21
2.4 Micobiota de produtos cárneos.....	23
2.5 Micotoxinas em alimentos.....	24
2.6 Mudanças climáticas e micotoxinas	26
2.7 Microbiota <i>terroir</i>	27
3. METODOLOGIA	29
3.1 Procedimento de amostragem.....	29
3.2 Análises micológicas	32
3.2.1 Preservação dos isolados	33
3.2.2 Identificação fenotípica dos fungos filamentosos	33
3.2.3 Identificação das leveduras.....	33
3.3 Análise estatística.....	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1 Quantificação dos fungos	35
4.2 Identificação fenotípica dos fungos filamentosos	40
5. CONCLUSÃO	48
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
REFERÊNCIAS.....	50

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país repleto de produtos produzidos artesanalmente e que são destaque na cultura alimentar do país, o que tem levado os órgãos governamentais a buscar formas de proteger e divulgar esses alimentos tradicionais (Vieira *et al.*, 2019). O socol é um produto que segue esse movimento, sendo um embutido cárneo repleto de tradição e contextos únicos envolvidos na sua história. Essa iguaria é uma herança gastronômica reconhecida da imigração de italianos para o Brasil, ocorrida a partir do final do século XIX (Hutter, 1987; Klein, 1989; Lopes *et al.*, 2019). O produto caracteriza-se por uma peça de lombo suíno que sofre processo de condimentação, salga, dessecação, cura ou não, maturação e utilização de envoltório (natural ou não) (Espírito Santo, 2019). O produto possui Indicação Geográfica (IG) de procedência desde 2018, na cidade de Venda Nova do Imigrante, localizada na região das Montanhas do Espírito Santo, cidade que possui grande população de descendentes de italianos (Colbari, 1997; Caliman, 2012; INCAPERb, 2021). Atualmente, o socol se estabeleceu como fonte de renda de pequenas e médias agroindústrias familiares presentes na cidade (Caliman, 2012; Pedreira, 2012; Santos, 2016; Lopes *et al.*, 2019; Lima *et al.*, 2022).

O crescimento de fungos filamentosos na parte externa deste produto cárneo é algo que chama a atenção dos consumidores e especialistas da área. Este crescimento fúngico é uma característica inerente e tradicional deste alimento, mas poucas pesquisas desenvolveram estudos sobre esta população e as contribuições para este alimento (Falqueto *et al.*, 2018; Chow, 2020; Araujo, 2021). Sobre esta ocorrência, poucos foram os estudos realizados para conhecer a microbiota *terroir* do socol. Chow (2020) identificou bactérias ácido-láticas (BAL), leveduras e micotoxinas presentes neste produto, além de alguns fungos filamentosos presentes. Dessa forma, há um espaço inexplorado em relação aos fungos filamentosos e leveduras de importância tecnológica presentes no socol.

Em muitos produtos cárneos que sofrem processo de maturação, é comum que haja crescimento de fungos filamentosos com o passar do tempo, sendo possível até mesmo a inoculação de microrganismos para melhor previsibilidade do produto final, como é o caso de salsichas fermentadas, salame tipo Italiano e presunto cru (Castro; Luchese; Martins, 2000; Franciosa *et al.*, 2021).

O controle de fungos toxigênicos é de extrema importância em termos de saúde pública e segurança dos alimentos. O desenvolvimento do fungo filamentoso consiste em várias etapas, dentre elas a produção de toxinas, porém a mesma depende de diversos fatores extrínsecos e intrínsecos, como: atividade de água, temperatura, substrato, composição gasosa, presença de compostos químicos, interações entre microrganismos e tipo da cepa (Sengun, 2008). Ou seja, a presença do fungo toxigênico e a produção de micotoxinas não são sinônimos, e ocorrem em condições específicas para cada espécie e cepa. Como observado por Pleadin (2021), ainda existe muito a ser esclarecido em relação às micotoxinas em produtos cárneos, como quais são produzidas, em que condições e em quais concentrações, definindo valores máximos e outros aspectos de importância para segurança do consumidor.

Dado o exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a micobiota de peças de socol coletadas no verão em diferentes propriedades do Espírito Santo. As amostras, coletadas assepticamente aos 30 e 45 dias de maturação, foram analisadas no Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA para quantificação e identificação de fungos filamentosos e leveduras.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Contextualização sobre o socol e a área de produção

O socol (também citado como Brazilian dry-cured loin (BDL)) é uma das heranças gastronômicas da imigração de italianos para o Brasil, ocorrida a partir do final do século XIX (Hutter, 1987; Klein, 1989; Lopes *et al.*, 2019). A cidade de Venda Nova do Imigrante, localizada no estado do Espírito Santo, foi um dos pontos onde os imigrantes italianos se instalaram, havendo até os dias atuais uma grande influência deste movimento migratório na cultura e sociedade do local (Colbari, 1997; Caliman, 2012). Desta maneira, o socol é uma das influências culinárias mais populares em Venda Nova do Imigrante, que acompanhou gerações de descendentes de imigrantes, se estabelecendo atualmente como fonte de renda de pequenas e médias agroindústrias familiares presentes ali (Lima *et al.*, 2022; Lopes *et al.*, 2019; Santos, 2016; Caliman, 2012; Pedreira, 2012).

Os estudos envolvendo o socol vêm sendo publicados em maior número a partir do ano de 2018, quando este produto obteve o registro de Indicação Geográfica (IG) concedido pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), em 12 de Junho (De Freitas *et al.*, 2021). A IG concedida foi a de indicação de procedência (IP), que segundo o art. 177 da Lei 9279/1996, é definida como o nome geográfico do local de produção/obtenção (seja país, estado, cidade ou outra localidade) que seja conhecido como central e relevante para o produto (Brasil, 1996).

Desta forma, delimitou-se a área nordeste do município de Venda Nova do Imigrante (ES) como local central para a produção do socol (Figura 1), o que foi obtido através de esforços da Associação dos Produtores de Socol de Venda Nova do Imigrante (ASSOCOL) (INPI, 2018; Lopes *et al.*, 2019; De Freitas *et al.*, 2021).

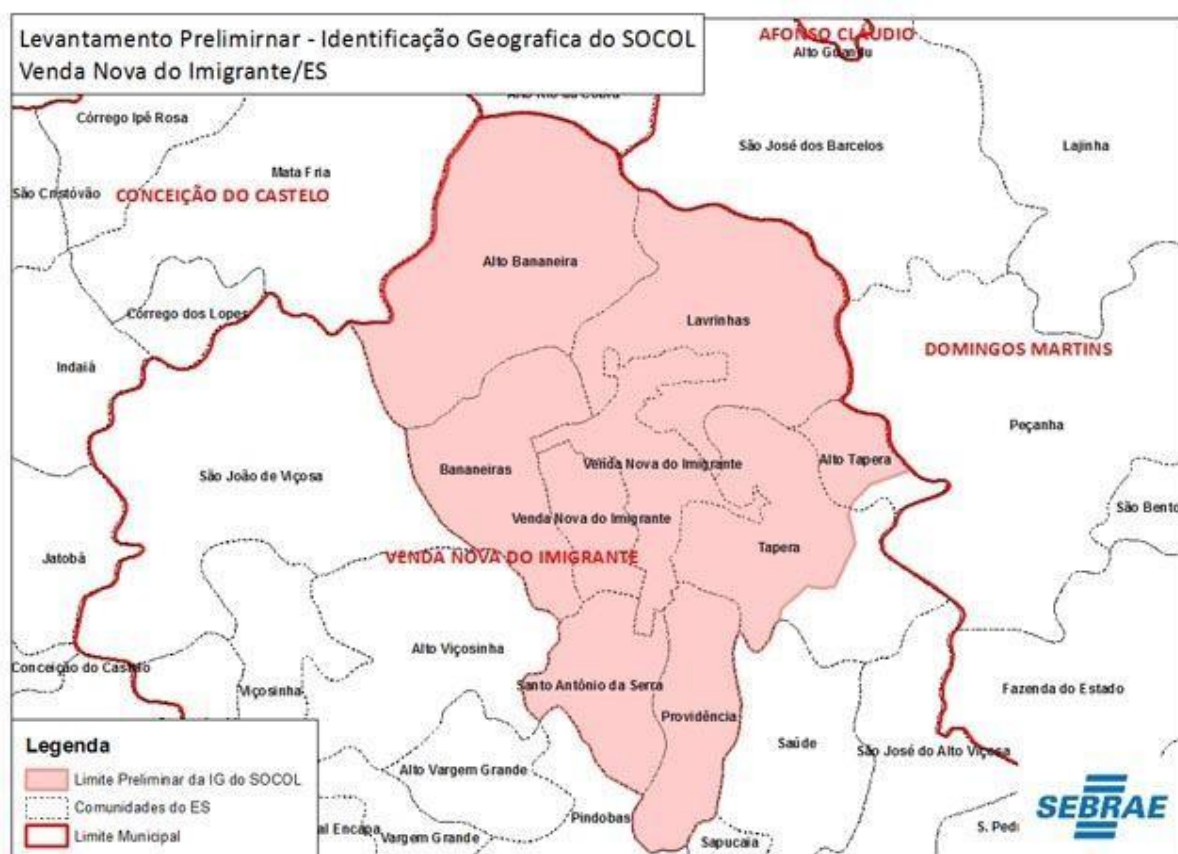


Figura 1. Mapa de levantamento preliminar (mantido após aprovação) da área de abrangência da indicação de procedência do socol (Fonte: INPI, 2018).

Este empenho foi importante para a determinação de parâmetros específicos de identidade e qualidade deste produto cárneo, transcritos em legislação e nos documentos de obtenção da IG, iniciando assim, um processo de compreensão da autenticidade do produto.

2.2 Qualidade do socol

Conforme Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) aprovado pela Portaria nº 044-R, de 21 de novembro de 2019 (Espírito Santo, 2019), caracteriza-se o socol da seguinte maneira:

“Art. 2º Para fins deste Regulamento Técnico, Socol é o produto cárneo obtido do lombo ou corte do lombo de suínos, salgado, adicionado de condimentos, curado ou não, envolto por peritônio de suíno, não defumado, maturado e dessecado.

§ 1º O Socol também poderá ser produzido pelo corte íntegro da carcaça suína, denominado de nuca ou sobrepaleta.

§ 2º É permitida a substituição do peritônio de suíno por envoltório natural ou outro revestimento desde que aprovado previamente pelo Serviço de Inspeção Oficial.”

Os cortes utilizados para a produção do socol podem ser de partes distintas do animal, sendo que a denominação ‘Socol’ é obtida de produto elaborado exclusivamente do lombo suíno, enquanto o que for fabricado com a nuca ou sobrepaleta, deve ser denominado ‘Ossocolo’ (Espírito Santo, 2019). No laudo de delimitação de área - elaborado para a requisição da IG de procedência deste produto - é justificada a troca da carne do pescoço, ou próxima ao ombro, devido à alta porcentagem de gordura das peças (INPI, 2018). Desta forma, houve adaptação em certos pontos da produção com o passar dos anos (como a carne e a redução de pimenta), porém todas as demais técnicas são utilizadas e mantidas segundo a tradição dos imigrantes italianos.

Outro ponto característico e importante do embutido é a utilização de sal (NaCl), que constitui uma das únicas formas de conservação que é aplicada neste alimento (Araujo, 2021). A regulamentação delimita que, além do sal (concentrações acima de 2,5 g/100g de carne), os seguintes ingredientes são obrigatórios: corte cárneo (lombo ou sobrepaleta), pimenta-do-reino e alho (ambos sem delimitação de quantidade). Além destes ingredientes, um componente importante do produto é o peritônio: uma membrana biológica que, neste caso, é obtida de suínos e utilizada como envoltório natural no socol, sendo o material mais tradicional para o embutimento do lombo (Nascimento; Fiúza; Pinto, 2013; De Freitas *et al.* 2021). É permitida a utilização de outros envoltórios, naturais ou não, para substituição do peritônio suíno, desde que haja aprovação no órgão de inspeção oficial (Espírito Santo, 2019). Porém, se houver comparação entre o laudo produzido pelo INPI para a concessão da IG de procedência do socol, e o RTIQ, é possível notar diferenças entre eles, englobando os envoltórios permitidos e outros ingredientes importantes. Isso implica no fato de que existem divergências na fabricação do socol, dentro e fora da IG, e mudanças entre os processos produtivos de agroindústria para agroindústria, indicando um processamento artesanal e autoral.

2.3 Processo de maturação

Não são apenas os ingredientes que apresentam papel relevante na obtenção do socol. Suas etapas de produção representam parte importante das características obtidas no produto final. No geral, é possível obter um fluxograma do processamento do socol, porém é importante ressaltar que existem variações pontuais de acordo com cada família/empresa produtora. Isso ocorre pois o produto é manufaturado principalmente em agroindústrias familiares de pequeno à médio porte, onde herdaram-se técnicas de fabricação específicas (Campos, 2008; Silva; Tropia, 2018; Araujo, 2021; Peixoto; Ribeta, 2022). Durante a maturação, existem etapas gerais de produção, que são exemplificadas na Figura 2.

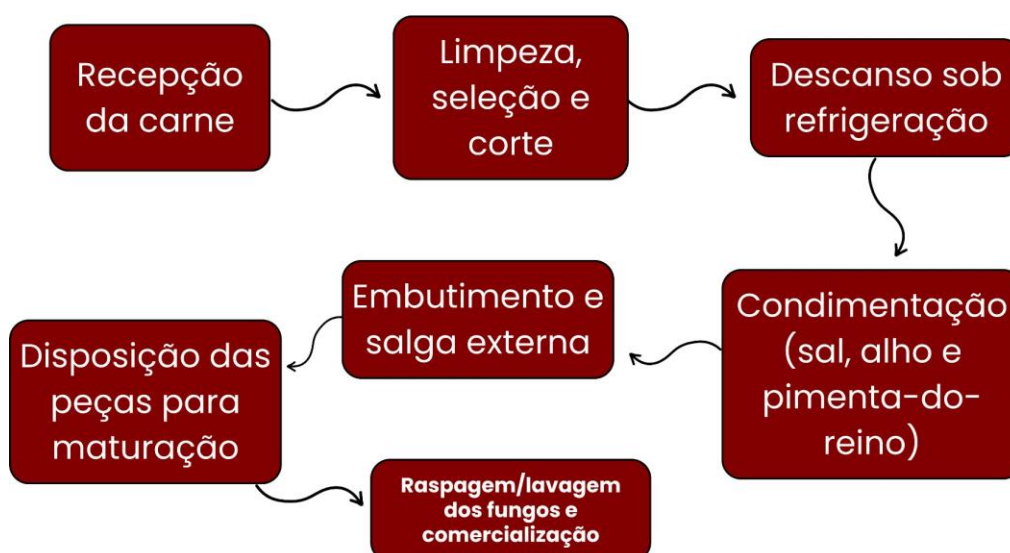


Figura 2. Etapas do processamento para obtenção do socol (Fonte: Da autora (2025); adaptado de Baldow, 2013; Espírito Santo, 2019).

O crescimento de fungos filamentosos na camada externa do produto (Figura 3) é uma parte muito relevante à sua segurança e características finais. Esta ocorrência de microrganismos é uma característica inerente e tradicional deste alimento, mas ainda são poucas as pesquisas que têm estudado esta população fúngica e as particularidades deste alimento (Falqueto *et al.*, 2018; Chow, 2020).



Figura 3. Peça de socol sob maturação e com crescimento aparente de fungo filamentoso de coloração branca (Fonte: Da autora (2025)).

Em muitos produtos cárneos que sofrem processo de maturação, é comum que haja crescimento de fungos filamentosos com o passar do tempo, sendo possível até mesmo a inoculação de microrganismos para melhor previsibilidade do produto final, como é o caso de salsichas fermentadas, salame tipo italiano e presunto cru (Castro; Luchese; Martins, 2000; Franciosa *et al.*, 2021).

2.4 Micobiota de produtos cárneos

A participação de fungos filamentosos e leveduras em processos de maturação de produtos cárneos é uma tecnologia conhecida e utilizada há muito tempo. No entanto, os estudos sobre a microbiota fúngica e seus impactos nesse processo são recentes, embora igualmente relevantes (Stefanello; Gasperini; Copetti, 2022). Em trabalhos como o de Franciosa *et al.* (2021), houve estudo sobre a dinâmica da microbiota e também sobre as toxinas produzidas por estas, em Salame Piemonte. Em outro caso, Rodrigues *et al.* (2019) avaliaram parâmetros muito similares em presuntos secos e curados de porco, ovelha e cabra. Dal Bello *et*

al. (2010) isolaram mais de mil cepas autóctones no Noroeste da Itália, obtidas a partir de produtos artesanais frescos ou fermentados, encontrando cepas produtoras de bacteriocinas (ação antibiótica). Já Cocolin *et al.*, (2009), investigaram a presença de microrganismos em salsichas artesanais fermentadas em estabelecimentos de produção sem uso de inóculos, durante o período de produção das mesmas. Delgado *et al.*, (2016) discutiram sobre a possibilidade de utilização de fungos filamentosos produtores de proteínas antifúngicas para controle de fungos indesejados, citando a combinação destas proteínas com leveduras ou bactérias ácido-láticas como uma opção a ser considerada. Percebe-se, então, que as possibilidades de estudos são diversas, quando se fala em produtos cárneos artesanais e ecologia microbiana.

A respeito do socol, poucos estudos foram realizados no sentido de estabelecer a microbiota *terroir*, ou seja, específica do produto, porém alguns estudos foram realizados em relação ao crescimento bacteriano, seus efeitos e a relação com tratamentos diversos (Rosario *et al.* 2019; Rosario *et al.*, 2020; Mutz *et al.*, 2022). Já o trabalho de Chow (2020), além de identificar bactérias ácido-láticas (BAL), como *Lactobacillus sakei*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus curvatus*, *Enterococcus faecalis*, *Pediococcus acidilactici* e *Pediococcus pentosaceus*, também investigou participação de leveduras (principalmente do gênero *Candida*) e a produção *in vitro* de ocratoxina A (OTA), através de fungos presentes na amostra. Porém, pouco foi desenvolvido sobre os fungos filamentosos e leveduras quanto à sua dinâmica de contribuição em relação às características sensoriais e físico-químicas do produto. Dessa forma, é relevante caracterizar, de modo geral, a microbiota do socol, visando garantir maior segurança e reconhecimento do potencial técnico-científico dessa ecologia.

2.5 Micotoxinas em alimentos

As micotoxinas têm sido objeto de estudos muito relevantes na atualidade, isso porque as mesmas podem ter efeito na saúde humana, causando alergias, certos tipos de câncer, imunossupressão, dentre outros. Os fungos capazes de produzir tais metabólitos secundários, em condições específicas, são conhecidos como fungos toxigênicos e estão classificados principalmente, dentre os gêneros *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium* (Pitt, 2000). Muito tem sido estudado sobre os gêneros

produtores e as próprias micotoxinas, entretanto é mais recente o esforço de compreensão acerca dos aspectos clínicos causados por estes (Pitt *et al.*, 2000).

O ser humano pode interagir com micotoxinas e fungos toxigênicos através do contato ou dispersão aérea, como é o caso de mofos internos em edifícios, por exemplo (Kuhn; Ghannoum, 2003). Porém, no caso dos alimentos, a interação ocorre pela ingestão de micotoxinas, que podem ter sido produzidas no campo, durante o processamento e até mesmo ao longo de períodos de armazenamento ou transporte, se as condições específicas de temperatura e umidade forem favoráveis (Perrone *et al.*, 2020; Kabak, 2009; Frisvad *et al.*, 2004).

Existem toxinas mais comumente encontradas na cadeia produtiva dos alimentos, e é possível verificar através da Instrução Normativa Nº 160, de 1º de Julho de 2022 - anexo II, valores limítrofes quanto a presença de diferentes tipos de micotoxinas em alimentos específicos (Brasil¹, 2022). Algumas das toxinas produzidas por fungos são: aflatoxinas, ocratoxinas, patulinas, citrininas, fumonisinas, zearalenonas, esterigmatocistinas, alcaloides de ergot, desoxinivalenol, tricotecenos, toxinas de *Alternaria*, micotoxinas tremorgênicas, fusarinas, etc. (Awuchi *et al.*, 2021; Pitt, 2000). Outra importante questão sobre micotoxinas é a sua termoestabilidade, que segundo Kabak (2009) não é inabalável, ou seja, estes compostos podem ser moderadamente selecionados, a depender do tipo de toxina, o método utilizado (como a cocção, fritura, torrefação, extrusão e o micro-ondas), as condições de temperatura, tempo, pH e concentração de água, e a matriz do alimento.

Em um estudo sobre as micotoxinas não regulamentadas em produtos cárneos tradicionais na Croácia, Lešić *et al.* (2022) citou Aflatoxina B1 (AFB1), OTA, esterigmatocistina (STC), citrinina (CIT) e ácido ciclopiazônico (CPA) como as mais comuns. Ricci, Camilo e Ribeiro (2021) ressaltam que muitas das contaminações por meio de micotoxinas se originam na alimentação de animais que são destinados ao consumo humano, citando como mais comuns: aflatoxinas, OTA e zearalenona. Ao redor do mundo, diversos casos têm sido estudados a fim de compreender e evitar a contaminação por micotoxinas, porém a maioria dos países não possui legislações que viabilizam uma maior segurança dos produtos cárneos (Montanha *et al.*, 2018). Por isso, cada vez mais estudos têm sido feitos com objetivo de aumentar a discussão e chamar a atenção governamental sobre esta situação.

2.6 Mudanças climáticas e micotoxinas

A contaminação dos alimentos pode estar relacionada a fatores do ambiente de produção (seja de obtenção da matéria-prima ou de seu processamento), podendo ser algo de complexa prevenção, mesmo que seja de grande importância para a segurança do alimento (Dragan *et al.*, 2019; Ribeiro *et al.*, 2023). As mudanças climáticas e seus desdobramentos têm sido cada vez mais abordados quando se fala em alimentos. Em relação à produção de micotoxinas, entende-se que atualmente esse é um dos perigos de origem alimentar com maior susceptibilidade de ocorrência num futuro próximo (Nesic *et al.*, 2015). Além de problemas relacionados a pragas e doenças no pré/pós-colheita e na produção de diversos alimentos, os fatores principais dos estudos são quanto às alterações de níveis de CO₂, aumento de temperatura e estresse hídrico em relação à produção de micotoxinas (Medina; Rodriguez; Magan, 2015; Nesic *et al.*, 2015). Para produtos cárneos, Pleadin (2021) cita a contaminação por fungos toxigênicos podendo ocorrer através de temperos/especiarias, alimentação animal contaminada e atuação de fungos filamentosos que se fixam na superfície seca da carne. Especificamente em relação ao socol, é importante compreender que a presença dos fungos filamentosos na sua camada externa é característica do produto, o que torna o estudo desta população fúngica extremamente importante.

São muitos os estudos que apontam que a relação entre micotoxinas, hospedeiros e áreas geográficas estão conectados às mudanças climáticas, de modo que novos métodos de abordagem e pesquisa sobre os fungos produtores de micotoxinas deverão ser utilizados (Medina *et al.*, 2017; Gheorghe-Irimia *et al.*, 2022; Zingales *et al.*, 2022; Casu *et al.*, 2024; Kos *et al.*, 2024). Dessa forma, os estudos acerca do socol devem ser colocados perante estes novos desafios, de maneira que, embora o produto tenha sido tradicionalmente submetido à maturação sem controle climático, isso deva ser reavaliado perante aos riscos gerados ao consumidor, buscando não alterar a característica artesanal do mesmo.

O controle de fungos toxigênicos é de extrema importância em termos de saúde pública e segurança dos alimentos. O desenvolvimento do fungo filamentoso consiste em várias etapas, dentre elas a produção de toxinas, porém a mesma depende de diversos fatores extrínsecos e intrínsecos, como: atividade de água, temperatura, substrato, composição gasosa, presença de compostos químicos,

interações entre microrganismos e tipo da cepa (Sengun, 2008). Ou seja, a presença do fungo toxigênico e a produção de micotoxinas não são sinônimos, e ocorrem em condições específicas para cada espécie e cepa. Isso demonstra que cada tipo de alimento deve ser estudado para que haja, através de tecnologias apropriadas, prevenção da produção de toxinas. Como observado por Pleadin (2021), ainda existe muito a ser esclarecido em relação às micotoxinas em produtos cárneos, como quais são produzidas, em que condições e em quais concentrações, definindo valores mínimos e outros aspectos de importância para segurança do consumidor.

2.7 Microbiota *terroir*

A diversidade microbiana tem sido objeto de estudos em diversas áreas do conhecimento, obtendo bastante reconhecimento de seu impacto em estudos relacionados aos alimentos. A microbiota dos alimentos gera grande interesse, considerando que atualmente o assunto tem sido discutido tanto pela comunidade científica, como pela sociedade em geral, devido a utilização recorrente de microrganismos na alimentação (Choi, Yu, Lee, 2022). Nesta discussão, estão presentes diversos segmentos de alimentos, como é o caso de produtos cárneos, que captam bastante interesse acadêmico, principalmente em relação aos produtos fermentados (Soemarie, Milanda, Barliana, 2021; Lima *et al.*, 2022; Peraza; Perron, 2022). Diversos fatores podem ser considerados quando se fala na formação da microbiota de um alimento, dentre estes: as matérias-primas, etapas processamento, influência dos fatores ambientais (umidade, temperatura, dentre outros) e das estações do ano (Rouger *et al.*, 2017; Grujović *et al.*, 2022).

A palavra '*terroir*' é um conceito francês, que está relacionado às características únicas que um produto pode obter, apenas por ser produzido em uma região, um solo ou características climáticas específicas (Van Leeuwen, Roby, De Resseguier, 2018; Vieira *et al.*, 2019; Peraza; Perron, 2022). Mesmo ainda sendo muito centrado nas características provenientes do solo, o *terroir* possui hoje um conceito mais abrangente: as questões sócio-culturais de um produto são levadas em consideração, juntamente ao ambiente, possibilitando obtenção de reconhecimento através da indicação geográfica (IG) (Cross, Plantinga, Stavins, 2011; Lundigton, 2016; Turbes *et al.*, 2016; Charters, Spielmann, Babin, 2017). Outra questão sobre *terroir*, citada por Vieira *et al.*, (2019), é como o conceito está também relacionado à

ação do homem: como o mesmo interage e adapta o meio natural de forma particular para algum tipo de produção.

O assunto das IGs têm sido desenvolvido nas últimas duas décadas no Brasil, e nos últimos dez anos o estudo e concessão têm sido feitos com maior regularidade à produtos tradicionais e artesanais, como é o caso do Queijo Minas Artesanal (QMA) de diversas regiões de Minas Gerais e os vinhos produzidos em localidades diversas no Sul do país (Nascimento; Rosalin; De Paula Ismael, 2021; Tonietto *et al.*, 2021). No caso do QMA, desvendou-se muito sobre a microbiota presente nos queijos de diferentes localidades, garantindo que a individualidade de cada produto existe e deve ser preservada (Aragão, 2018; Souza, 2019; Guimarães, 2022; Meija Mendez, 2022). Já para os produtos desenvolvidos a partir de carnes, os casos de registro para a IG na União Européia, por exemplo, mostram que esse é o tipo de produto menos registrado e com reputação mais vulnerável (Vieira *et al.*, 2019). Estudos também são feitos em relação à produtos cárneos altamente reconhecidos, principalmente provenientes de países europeus, como é o caso do Prosciutto di Parma, porém a maior parte destes já foram adaptados, com produção que permitem a segurança e proteção das características únicas, através de tecnologias desenvolvidas especialmente para sua produção (Panicheva, 2024).

Entretanto, há de se considerar que as mudanças climáticas desempenham um papel negativo em relação ao conceito de microbiota *terroir*. Isso ocorre pois estas mudanças não significam apenas a alteração das temperaturas, mas também maior ocorrência de eventos climáticos antes incomuns como inundações, períodos de secas e outros desastres naturais (Misiou; Koutsoumanis, 2022). Tudo isso pode gerar instabilidade para o cultivo e produção de alimentos, principalmente quando se pensa na abrangência do conceito de *terroir*, podendo descaracterizar os ambientes produtivos protegidos por este conceito. O socol não foge desta realidade, e têm sofrido perdas produtivas e redução do período em que é produzido, o que provavelmente está relacionado ao desequilíbrio do seu *terroir*.

3. METODOLOGIA

3.1 Procedimento de amostragem

Todas as propriedades participantes do estudo estão localizadas na área específica de produção e possuem o selo da Indicação Geográfica de Procedência (INPI, 2018). A coleta das amostras de socol foi realizada em dois estágios de maturação diferentes: 30 e 45 dias. A escolha desses períodos de maturação consideraram dois fatores: i) legislação, uma vez que, o RTIQ do socol determina que o período mínimo de maturação deve ser de 45 dias; ii) modo de produção, pois os produtores relatam que, com 30 dias de maturação o socol já apresenta a maior parte das características sensoriais do produto final, ou seja, ocorrem menos alterações perceptíveis no produto nos últimos 15 dias de sua maturação. Comumente, segundo observação dos produtores, o período de maturação é importante para obtenção do produto com as características sensoriais ideais e autênticas. Porém, durante o período do verão, há ocorrência de dessecação ideal do produto antes dos 45 dias, considerando que não há controle do ambiente.

A coleta das peças de socol produzidas a partir do lombo suíno foi realizada em três propriedades produtoras distintas (Figura 4). No canto inferior direito da figura, é possível notar as coordenadas de cada propriedade, que se diferenciam em fatores como altitude e tipo de zona em que estão localizadas (urbana ou rural).

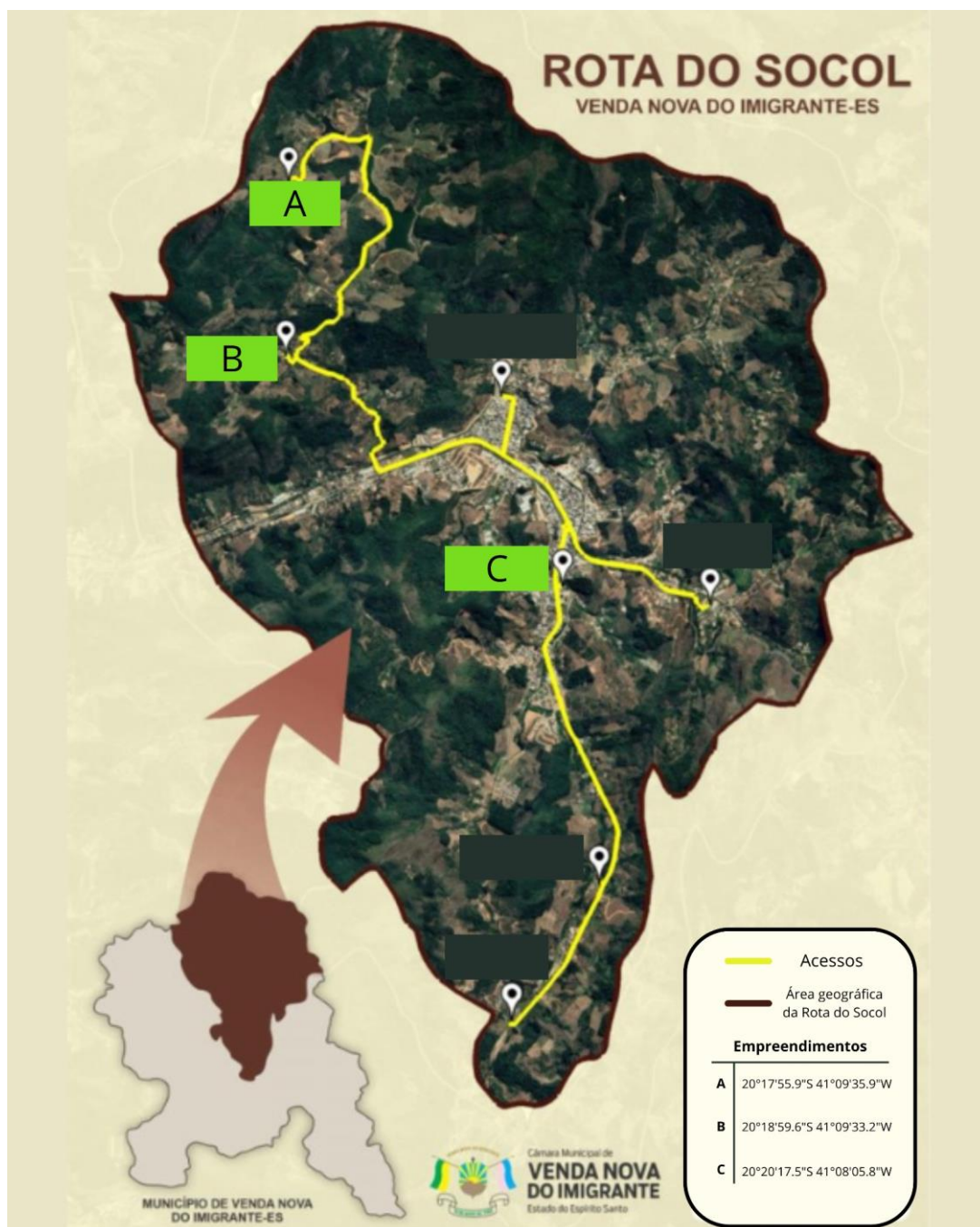


Figura 4: Propriedades participantes do estudo, identificadas como A, B e C, e suas respectivas localizações na cidade de Venda Nova do imigrante (Fonte: INPI, 2018).

Como supracitado, além da localização, há também uma diferença de altitude entre as propriedades produtoras de socol, onde A, B e C se encontram, respectivamente, da maior para a menor altitude. Este é um fator que pode gerar impactos na micobiota, pois pode interferir nas características climáticas do ambiente.

Outra diferença importante é que as amostras dos produtores A e C estavam recobertas com envoltório natural de colágeno, enquanto o produtor B utilizou o peritônio suíno. Não houve interferência no tipo de envoltório utilizado, nem no processo produtivo: tudo foi realizado da forma tradicional/rotineira de cada produtor. Os dois tipos de envoltórios citados são permeáveis à passagem de oxigênio, o que permite a sobrevivência e desenvolvimento da micobiota do produto na sua parte interna, embora haja considerações acerca do grau de permeabilidade de cada material (Djordjevic *et al.*, 2015; Montanari *et al.*, 2022). Mas como em todo produto maturado, a parte externa possui dessecação mais rápida em relação à parte interna, devido ao contato direto com o ambiente. Não foi feita avaliação da diferença entre os envoltórios na maturação do socol.

As amostras foram coletadas assepticamente, acondicionadas em sacos plásticos estéreis e transportadas para o Laboratório de Micologia e Micotoxinas, do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (UFLA) em caixas térmicas com gelo, mantendo uma temperatura de 0 - 4 °C durante o transporte. No laboratório, as amostras foram armazenadas a -80 °C, não excedendo um mês de armazenamento. Antes da comercialização do socol, os produtores realizam a etapa de retirada dos fungos filamentosos da parte externa da peça por meio de lavagem e raspagem. As amostras foram coletadas antes dessa etapa para que toda a micobiota presente fosse preservada com intuito de ser avaliada posteriormente.

Dentre as três empresas participantes (foram codificadas em A, B e C), cada uma doou de 2 a 3 peças de socol no estágio de maturação selecionado. Foram analisadas peças com 30 e 45 dias de maturação, em relação à contagem fúngica, e com 30 dias, para a identificação dos isolados. É importante contextualizar que as coletas do produto foram feitas no verão (período quente e úmido). Nesta estação, têm sido observadas alterações e defeitos, que têm causado descaracterização do produto e perdas aos produtores.

Analisou-se todas as peças sob dois aspectos: socol parte interna (SPI) e socol parte externa (SPE), para que pudesse avaliar as características de ambas partes do produto (Figura 5).

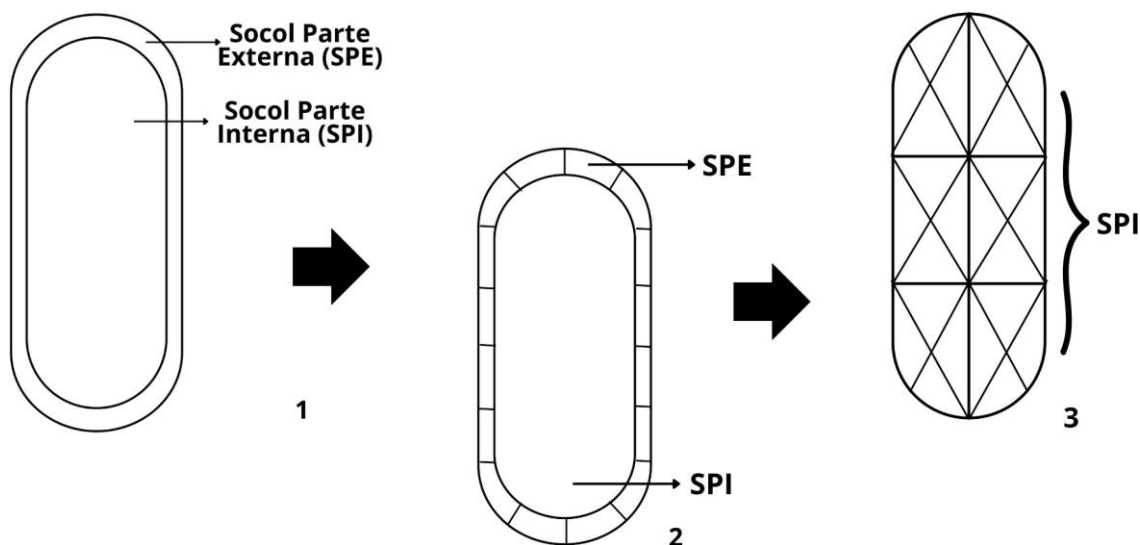


Figura 5: Representação esquemática da divisão da peça de socol em três passos: (1) - separação das partes SPE e SPI; (2) - corte da SPE e (3) - corte da SPI (Fonte: Da autora (2025); adaptado de Aragão, 2022).

Para o porcionamento das peças para diluição seriada, foi utilizado o esquema de cortes conforme demonstrado na Figura 5. Neste contexto, demonstra-se como foi feita a amostragem de SPE e SPI, para obtenção de uma diluição homogênea. Para este fim, foram retiradas pequenas amostras de cada fragmento obtido, até obter-se a massa necessária para as metodologias.

3.2 Análises micológicas

Primeiramente, 25 g da amostra foram pesados e adicionados de 225 mL de solução peptonada estéril (0,1%) em sacos plásticos estéreis. Em seguida, procedeu-se a homogeneização da amostra em aparelho Stomacher, com programação de 490 golpes/minuto por 3 minutos. Depois, foi realizada diluição seriada para posterior inoculação, em triplicata, nos meios Ágar Dicloran Rosa Bengala Cloranfenicol (DRBC) e Ágar Dichloran Glicerol Medium Base (DG18), ambos incubados em B.O.D. a 25 °C, por 5 a 7 dias (Aragão *et al.*, 2022).

Após o período de incubação, foi realizada a contagem de unidades formadoras de colônias (UFC) e utilizada a técnica de raiz quadrada para determinar o total de fungos filamentosos e leveduras a serem isolados. Posteriormente, os isolados foram transferidos para meio de purificação Ágar Malte (MA) e incubados em B.O.D. a 25 °C por 7 dias (fungos filamentosos) e 28 °C por 48 h (leveduras). Em seguida à

obtenção das colônias puras, procedeu-se a etapa de preservação dos microrganismos para posterior identificação.

3.2.1 Preservação dos isolados

Os fungos filamentosos foram preservados em duplicata por dois métodos distintos: o método principal foi a criopreservação à -20 °C em solução de glicerol a 20%, e o método de Castellani (1967), que preserva o microrganismo em água destilada estéril em temperatura ambiente. No caso das leveduras, fez-se inoculação em caldo YEPG (Yeast Extract Peptone Glucose) e deixou-se por 48h, para crescimento, seguido da adição de glicerol (concentração final 20%). Em ambos os métodos, utilizou-se tubos Eppendorf para a preservação.

3.2.2 Identificação fenotípica dos fungos filamentosos

O método de identificação utilizado foi escolhido de acordo com o gênero de fungo filamentoso encontrado, sendo utilizado para as espécies pertencentes ao gênero *Aspergillus*, o Manual de Klich (2002), e para o gênero *Penicillium* e *Talaromyces*, o Manual de Pitt (2009). Procedeu-se a identificação apenas dos fungos filamentosos dos gêneros supracitados, pois os mesmos são alguns dos fungos de maior ocorrência em alimentos e de grande importância econômica (Maziero; Bersot, 2010; Houbraken; De Vries; Samson, 2014; Oliveira *et al.*, 2014). Os isolados identificados como pertencentes aos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Talaromyces* foram inoculados em meios de cultura Ágar Czapek Levedura (CYA), a 25 °C e 37 °C, e Ágar Extrato de Malte e Levedura (MEA), a 25 °C, por um período de 7 dias. Então, observou-se e aferiu-se as características macroscópicas e microscópicas das colônias dos fungos, para posterior identificação.

3.2.3 Identificação das leveduras

A identificação das leveduras foi realizada por espectrometria de massa com ionização e dessorção a laser assistida por matriz (MALDI-TOF MS), método

utilizado por outros pesquisadores, como Patel (2019), Aragão *et al.* (2022), Prates (2023) e Zhao *et al.* (2023).

3.3 Análise estatística

Para a análise estatística das contagens de Unidades Formadoras de Colônias por grama (UFC/g), foi aplicado o teste ANOVA (Ordinary one-way ANOVA), comparando três grupos com base nos fatores diferenciadores: os produtores A, B e C, além dos dias de maturação (30 e 45). Os testes foram realizados no software GraphPad Prism 10, considerando as variáveis: tempos de maturação, SPE e SPI da peça, e os meios de cultura utilizados (DRBC e DG18).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Quantificação dos fungos

A quantificação dos fungos filamentosos e leveduras comumente pode ser um indicador de qualidade do produto, caso o seu RTIQ contenha referência de valores máximos ou mínimos. No caso do socol, não há referência para contagem de fungos filamentosos e leveduras na Portaria Estadual que o regulamenta (Espírito Santo, 2019), o que representa uma brecha nesse importante quesito tecnológico do alimento. Isso ocorre, pois a maior parte das análises microbiológicas é realizada para identificar patógenos, e não com intuito de explorar diversidade microbiológica em produtos alimentícios, como é possível identificar no livro “Métodos Oficiais para Análise de Produtos de Origem Animal” (Brasil, 2022a). Apesar disso, existem produtos similares, como a Copa e o Salame italiano, que apresentam processo tecnológico similar (Araujo, 2021; Brasil, 2022b), o que demonstra que há precedentes para estudos deste tipo de processo. Terra (2005) expõe que em certos produtos, os fungos podem desempenhar papéis na conservação, caracterização sensorial e até na bioproteção (microrganismos que inibem presença ou ação de patógenos).

A quantificação foi feita separadamente em dois meios de cultura, DRBC e DG18. A utilização do meio de cultura DG18 justificou-se pela maior seletividade para fungos filamentosos e leveduras xerofílicos/xerotolerantes, ou seja, que crescem sob baixa atividade de água (Samson *et al.*, 2019). Já o DRBC foi um meio corriqueiramente usado para identificar fungos filamentosos e leveduras em diversos tipos de alimentos, inclusive produtos fermentados (Pisacane *et al.*, 2015; Belloch *et al.*, 2021). Considerando que o socol é um alimento cuja produção envolve etapas de dessecação (Pardi *et al.*, 2005; Falqueto *et al.*, 2018) e fermentação (Chow, 2020; Lima *et al.*, 2022), os meios podem ser considerados adequados.

No total, houve obtenção de 416 isolados de DRBC e 376 isolados de DG18, sendo: 1) em 30 dias de maturação: A - 55 e 31; B - 89 e 107; C - 84 e 74, onde têm-se DRBC e DG18, respectivamente; e 2) em 45 dias: A - 35 e 41; B - 52 e 59; C - 101 e 64, onde têm-se DRBC e DG18, respectivamente.

Através dos resultados apresentados na Tabela 1, percebe-se que as médias do SPE apresentaram consistentemente uma contagem maior de fungos

filamentosos e leveduras, em relação aos resultados obtidos no SPI, para todos os produtores. As contagens mais altas foram encontradas na amostra SPE do produtor A com 30 dias de maturação, tanto em DG18 quanto em DRBC.

Tabela 1. Quantificação de colônias (Log UFC/g) de fungos filamentosos e leveduras presentes em amostras de socol de diferentes produtores.

Parte da peça Produtor		DG18		DRBC	
		30 dias	45 dias	30 dias	45 dias
SPI	A	5,239 ± 0,09 ^{AA}	3,196 ± 0,09 ^{BB}	5,168 ± 0,05 ^{AA}	3,096 ± 0,82 ^{BB}
	B	2,271 ± 0,02 ^{CB}	3,842 ± 0,02 ^{aBA}	2,181 ± 0,02 ^{CB}	3,668 ± 0,30 ^{abA}
	C	4,706 ± 0,20 ^{BA}	4,929 ± 0,20 ^{AA}	4,648 ± 0,16 ^{BA}	4,401 ± 0,12 ^{AA}
SPE	A	8,397 ± 0,51 ^{AA}	6,035 ± 0,16 ^{BB}	8,322 ± 0,46 ^{AA}	5,783 ± 0,19 ^{BB}
	B	5,474 ± 0,02 ^{CA}	6,103 ± 0,42 ^{BA}	5,096 ± 0,26 ^{BB}	5,816 ± 0,28 ^{BA}
	C	7,509 ± 0,29 ^{BA}	7,887 ± 0,55 ^{AA}	7,473 ± 0,31 ^{AA}	7,488 ± 0,03 ^{AA}

Tabela 1. SPI (Socol Parte Interna) e SPE (Socol Parte Externa). Valores são expressos em média ± desvio padrão. As letras elevadas indicam médias estatisticamente diferentes ($p < 0,05$), segundo o teste T. Letras minúsculas demonstram a comparação entre produtores, e maiúsculas, entre os tempos de maturação.

Assim como obtido neste trabalho, Bozzi et al., (2021) também obtiveram contagens maiores em socol na parte externa, quando comparado com o obtido na parte interna da amostra. O autor ainda cita que este é um resultado esperado, devido ao fato de que as peças de socol acumulam massa fúngica na parte externa durante a maturação (Figura 6), o que é compreensível, já que é onde há maior disponibilidade de oxigênio, que é essencial para o desenvolvimento de fungos filamentosos. Além disso, a parte externa sofre dessecação mais rapidamente, fornecendo um ambiente adequado para o desenvolvimento dos fungos.



Figura 6: Registros fotográficos das peças analisadas, respectivamente, da esquerda para a direita, dos produtores B e C (Fonte: Da autora (2025)).

Enquanto isso, também é possível analisar na Tabela 1, que C apresentou contagens constantes entre 30 e 45 dias, em ambas SPI e SPE. Já a amostra B experimentou aumento da média, enquanto isso, em A houve queda significativa na média de quantificação. Já em DG18, C (SPI e SPE) e B (SPE) não apresentaram mudança significativa nas contagens entre os dias de maturação. A amostra A manteve a mesma tendência observada em DRBC. Já B, em SPI, obteve um aumento significativo na contagem.

Comparando os resultados entre os produtores, percebe-se que as maiores contagens foram observadas principalmente em A e C, onde em DG18 obteve-se maior média de A em 30 dias e C em 45 dias, em SPI e SPE. Em DRBC, houve a mesma tendência em 45 dias, que em DG18. Mas em 30 dias, as médias de A e C não se diferem significativamente, tanto em SPI, quanto em SPE.

Na Figura 7, pode-se observar os gráficos referentes aos valores do crescimento de fungos filamentosos e leveduras ocorridos e as diferenças entre os produtores.

Figura 7. Quantificação de colônias (Log UFC/g) do socol de diferentes produtores.

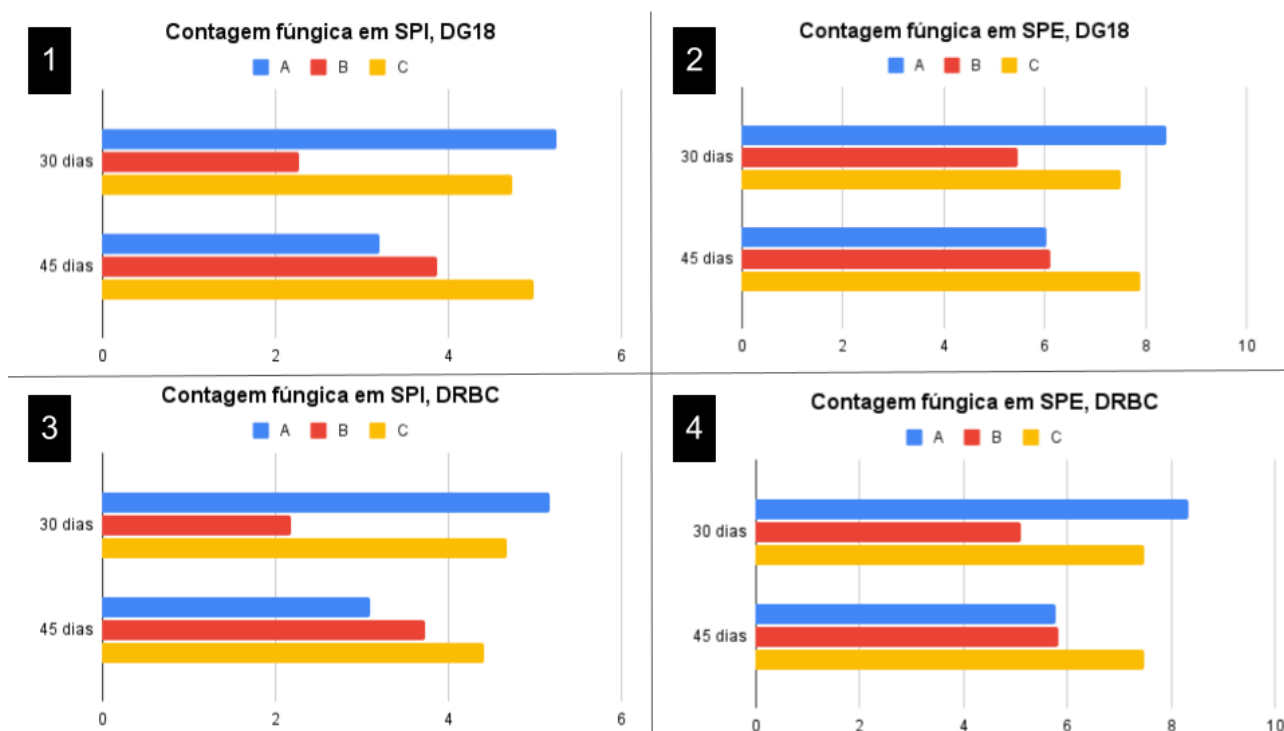


Figura 7. Da esquerda para a direita têm-se: gráficos 1 e 2 representam o SPI e SPE, respectivamente, em meio de cultura DG18, enquanto gráficos 3 e 4 representam, sob a mesma distribuição anterior, a contagem em DRBC. Os gráficos se dispõem entre os tempos de maturação de 30 e 45 dias.

Os gráficos contidos na Figura 7 e Tabela 1, consistem nos mesmos dados apresentados em formatos diferentes, que retratam a quantificação de cada parte da peça nos meios de cultura. Através da Figura 7, é possível constatar as diferenças das contagens de forma mais didática. Em ambos meios de cultura e partes da peça, a amostra A obteve médias que demonstram diferença significativa entre 30 e 45 dias. Com 30 dias, as médias se destacaram por serem as maiores, e em contraponto, na segunda contagem, houve queda para valores similares ou menores que o das outras amostras. Observa-se uma tendência de crescimento da população fúngica encontrada entre os dias de maturação, para B, sob todas as condições, exceto no SPE/DG18. No caso da amostra C, as contagens podem ser consideradas elevadas, nem sempre tanto quanto as contagens de A, aos 30 dias, mas foram as maiores médias, aos 45 dias. Apesar disso, não houve diferença estatística para as médias entre os dias de maturação, o que demonstra constância na presença constatada de fungos nesta amostra.

Para analisar estes dados, é importante contextualizar que a estação do ano mais complexa para a produção deste produto cárneo, têm sido o verão. Por isso, estes resultados não representam o produto ideal (também considerando que este parâmetro ainda não foi estabelecido), mas sim os resultados em relação ao produto obtido nessa estação, que têm apresentado dificuldades tecnológicas.

A partir disso, é possível considerar as condições climáticas do verão (inclui os meses de dezembro, janeiro e fevereiro) na cidade de Venda Nova do Imigrante (VNI) (Quadro 1). Percebe-se que as maiores temperaturas e os índices de precipitação estão entre os meses supracitados (e os meses anterior e seguinte ao começo e fim da estação - Novembro e Março).

Quadro 1. Medições climáticas de Temperatura e Precipitação em VNI/ES.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Temperatura	22,9	22,9	22,6	21,4	19,0	17,4	16,7	17,6	19,1	20,7	21,0	22,4
Precipitação	191,4	124,7	170	87,2	41,5	25,1	26,4	26,2	51,1	112,7	206,8	232,6

Quadro 1. Valores de temperatura média (1981-2021) e precipitação média (2000-2021), obtidas pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPERa (2021).

Dessa forma, é possível pressupor que há maior ocorrência de alta umidade relativa do ar (UR) nessas épocas, o que pode gerar dificuldade no processo de dessecação do socol (que ocorre em condições não controladas). Isso favorece uma maior umidade no SPI durante maior tempo da maturação, o que pode justificar a contagem mais constante, mesmo com uma diferença de 15 dias entre as peças. Nesse sentido, as mudanças climáticas podem interferir, através das variações das temperaturas e outros fenômenos meteorológicos (Medina; Rodriguez; Magan, 2015; Nesic *et al.*, 2015; Gheorghe-Irimia *et al.*, 2022).

Araujo (2021) observou, na quantificação de fungos filamentosos e leveduras no socol de tratamento Controle, maior população fúngica aos 36 dias, havendo queda na contagem aos 45 dias, considerando o cultivo em meio de cultura Ágar Batata Dextrose (BDA). Porém, nesse caso, a autora não cita a estação em que o mesmo foi produzido, além de haver diferença entre os meios de isolamento. Mesmo assim, tal resultado foi mais similar ao que ocorreu no socol do produtor A.

Os resultados obtidos, demonstram que ainda não existem dados suficientes para basear a contagem de UFC/g ideal para o socol. Isso se deve à questão de que

apenas um dos produtores apresentou quantificação com tendências similares ao trabalho citado acima. Isso demonstra que as propriedades A, B e C possuem perfis próprios de desenvolvimento dos fungos em relação aos dias de maturação (decaimento, constância e aumento) e entre si, que devem ser melhor explorados.

4.2 Identificação fenotípica dos fungos filamentosos

Existe grande interesse global no isolamento e identificação de microrganismos provenientes dos alimentos. Isso ocorre, especialmente em relação a produtos cárneos, devido ao alto potencial dos microrganismos em degradar proteína e gordura, e produzir compostos responsáveis por aroma e sabor, além de possuírem potencial bioprotetor, podendo evitar desenvolvimento de outros microrganismos deterioradores e patogênicos (Wang *et al.*, 2021). Além disso, também há importância em compreender melhor a microbiota do produto que tem relevância para o desenvolvimento das características sensoriais e físico-químicas do produto final.

A presença e diversidade de fungos filamentosos e leveduras no socol ainda são fatores a serem investigados, sendo extremamente importantes para o processo de maturação deste produto (Falqueto *et al.*, 2018; Chow, 2020; Araujo, 2021).

As espécies mais abundantes de fungos filamentosos encontradas nas amostras de socol podem ser visualizadas nos Gráficos 1 e 2.

Gráfico 1. Abundância relativa (%) de ocorrência de fungos filamentosos e leveduras em peças de Socol Parte Interna, produzidos na cidade de VNI/ES.

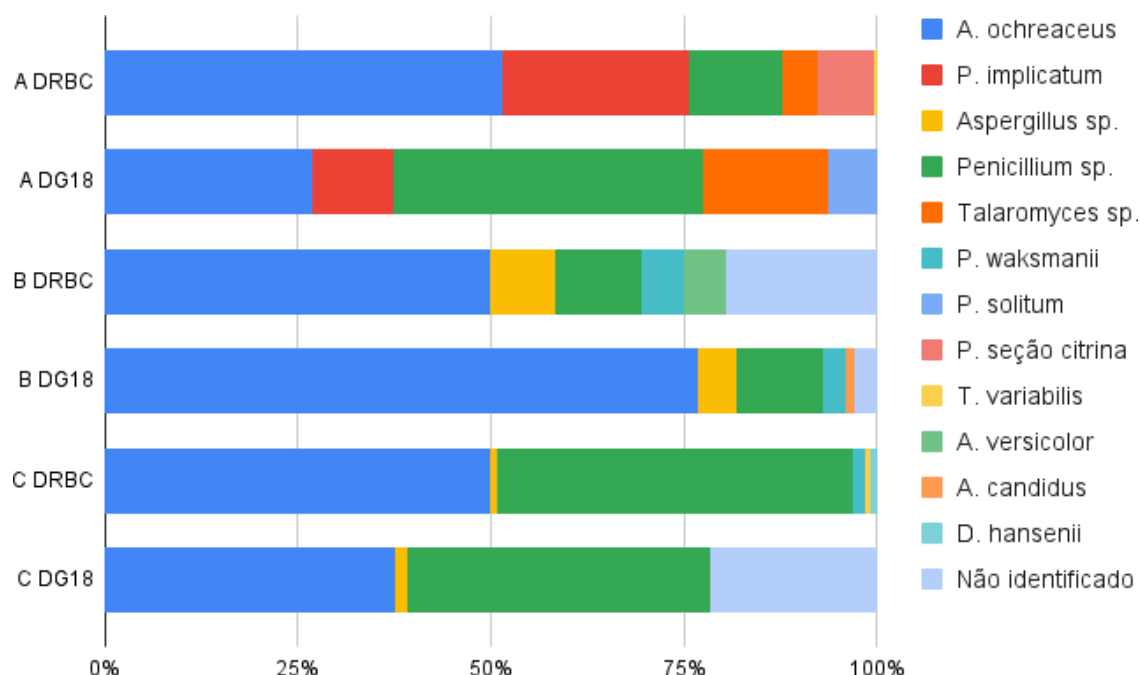


Gráfico 1. Legenda de espécies e gêneros fúngicos estão dispostos nas colorações correspondentes, à esquerda. No eixo vertical, encontram-se as amostras dos produtores A, B e C (diferenciam-se DRBC e DG18), e horizontalmente, a escala (%).

Antes de analisar o Gráfico 1 e 2, observa-se que ao invés de colocar DRBC e DG18 nas explicações, substituíram-se ambos pelos números 1 e 2, respectivamente. Assim, percebeu-se maior abundância relativa de *Aspergillus ochraceus* em todas as amostras do SPI, especialmente nas amostras B2 (76,8%), A1 (51,5%), B1 e C1 (50% em ambos). O gênero *Aspergillus* sp. foi observado nas amostras dos produtores B e C, com destaque, em B1 (8,3%) e B2 (5,1%). Isolados do gênero *Penicillium* sp. também são notados em alta porcentagem, com destaque para C1 (46,0%), A2 (40,1%) e C2 (39,2%). O gênero *Talaromyces* sp. foi encontrado em maior número nas contagens do produtor A: A2 (16,1%) e A1 (4,6%). A nível de espécie, o *Penicillium implicatum* foi identificado no socol A1 (24,2%) e A2 (10,6%). Outras espécies encontradas, foram: *Penicillium waksmanii*, em B1 (5,6%), B2 (3,0%) e C1 (1,6%); *Penicillium solitum* em A2 (6,4%); *Penicillium seção citrina* em A1 (7,3%); *Talaromyces variabilis* em C1 (0,8%) e A1 (0,4%); *Aspergillus versicolor* em B1 (5,6%); *Aspergillus candidus* em B2 (1,0%); *Debaryomyces hansenii* em C1 (0,8%); e fungos não identificados em C2 (21,6%), B1 (19,4%) e B2 (3,0%).

Gráfico 2. Abundância relativa de ocorrência de fungos filamentosos e leveduras em peças de Socol Parte Externa, produzidos na cidade de Venda Nova do Imigrante/ES.

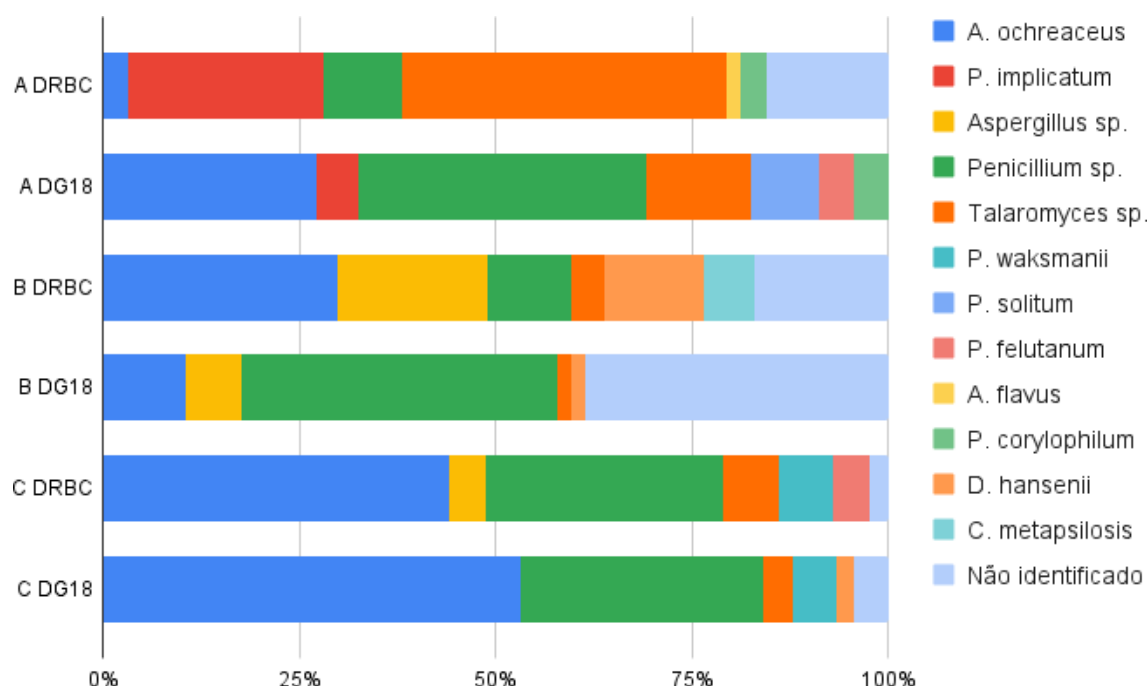


Gráfico 2. Legenda de espécies e gêneros fúngicos estão dispostos nas colorações correspondentes, à esquerda. No eixo vertical, encontram-se os produtores A, B e C (diferenciam-se DRBC e DG18), e horizontalmente, a escala (%).

O *Aspergillus ochraceus* também foi encontrado em todas as amostras do SPE, com porcentagem decrescentes, respectivamente, em C2 (53,2%), C1 (44,2%), B1 (29,8%), A2 (27,2%), B2 (10,5%) e A1 (3,3%). Nota-se que o gênero *Penicillium* sp. esteve presente em todas as amostras, com porcentagem em ordem decrescente: B2 (40,4%), A2 (36,8%), C2 (30,9%), C1 (30,2%) e B1 (10,6%) e A1 (9,9%). O gênero *Talaromyces* sp. também obteve contagem em todas as amostras: A1 (41,4%), A2 (13,2%), C1 (7,0%), B1 (4,3%), C2 (3,6%) e B2 (1,8%). O gênero *Aspergillus* sp. foi observado nas amostras dos produtores B e C, com destaque em: B1 (19,1%), B2 (7,0%) e C1 (4,7%). Em relação às espécies encontradas no SPE, têm-se, em destaque: *P. waksmanii* em C1 (7,0%) e C2 (5,8%); *P. implicatum* em A1 (24,8%) e A2 (5,3%); *P. solitum* em A2 (8,8%); *P. felutanum* em C1 (4,7%) e A2 (4,4%); *A. flavus* em A1 (1,7%); *P. corylophilum* em A2 (4,4%) e A1 (3,3%); *D. hansenii* em B1 (12,8%), C2 (2,2%) B2 (1,8%); *Candida metapsilosis* em B1 (6,4%);

e não identificados em todas as peças analisadas, com maior destaque para B2 (38,6%), B1 (17,0%) e A1 (15,6%).

Uma das poucas pesquisas abordando a identificação de fungos filamentosos e leveduras em socol foi feita por Chow (2020), que identificou fungos filamentosos dos gêneros *Penicilium*, *Aspergillus* e *Cladosporium*, e mais precisamente as seguintes espécies: *P. camemberti*, *P. citrinum*, *P. griseofulvum*, *A. fumigatus*, *P. corylophilum*, *P. roqueforti*, *P. commune*, *P. decumbens* e *A. ochraceus*. Dentre as espécies identificadas, pode-se perceber que o *P. corylophilum* e *A. ochraceus* foram também encontradas neste trabalho. Também identificou leveduras do gênero *Candida* em peças de socol analisadas, entretanto não encontrou *D. hansenii* em seu trabalho.

Dentre as espécies identificadas, de acordo com os Gráficos 1 e 2, o *Aspergillus ochraceus* se destaca por ter sido encontrado em todas as peças de socol analisadas. Esta espécie foi descrita primeiramente em 1877, e pertence à seção *Circumdati*, sendo largamente distribuída e encontrada em vários habitats, incluindo solos de áreas agrícolas, grãos, cereais e diversos tipos de alimentos embutidos (Iacumin *et al.*, 2012; Visagie *et al.*, 2014; Pandit *et al.*, 2015; Rodriguez *et al.*, 2015). Este fungo é economicamente importante uma vez que é conhecido como contaminante de alimentos e produtor de micotoxina, principalmente a ocratoxina A (OTA) (Nerva *et al.*, 2019). *A. ochraceus* cresce entre 8 e 37°C, entretanto sua temperatura ótima de crescimento é entre 24 e 31°C (Hocking, 2006). As principais condições para seu desenvolvimento incluem a atividade de água e temperatura para germinação de esporos e produção de micotoxina no alimento, havendo outras diversas variáveis para essa produção, como a matriz do alimento/solo (Hocking, 2006). Para que se condene ou aprove qualquer lote de produtos alimentícios, devem ser procedidas análises de detecção de micotoxinas, o que não foi realizado no presente trabalho. A regulação dos fatores ambientais supracitados, podem ser pontos chaves para a garantia da segurança do socol produzido, onde a temperatura e umidade do ambiente de maturação sejam desfavoráveis para a produção de micotoxinas.

Além disso, o crescimento de isolados de *A. ochraceus* em alimentos nem sempre está diretamente relacionado com a presença de OTA (Bayman *et al.*, 2002). Isso significa que, embora o fungo tenha sido encontrado no produto, não é possível afirmar que havia OTA ou outras micotoxinas presentes. Para fazer tal afirmação,

outras análises precisariam ser realizadas.

A incidência de fungos do gênero *Penicillium* sp. foi considerável, representando abundância relativa (%) maior que a espécie citada acima, em algumas amostras analisadas. Pressupõe-se que em épocas de temperaturas amenas e UR menos úmidas, possa haver maior população fúngica pertencente a este gênero. Algumas espécies pertencentes a este gênero são comumente citadas como de importância para a produção de produtos cárneos (Asefa *et al.*, 2009; Delgado *et al.*, 2016; Magistà *et al.*, 2017; Skaar, 2018; Zadavec *et al.*, 2020; Zadavec *et al.*, 2020; Lešić *et al.*, 2021; Lo *et al.*, 2023). Mais estudos devem ser realizados para a identificação precisa das espécies deste gênero, pois é importante determinar se as mesmas são benéficas ou potenciais produtoras de micotoxinas, para que haja maior segurança quanto a qualidade e inocuidade do produto.

Além do *A. ochraceus*, outros fungos do gênero *Aspergillus* foram encontrados nas amostras de socol. O gênero *Aspergillus* é conhecido como de importância em diversas áreas, como na contaminação de produtos alimentícios, que ocorre com frequência em produtos maturados, fermentados e dessecados (Houbraken, De Vries, Samson, 2014; Oliveira *et al.*, 2014). Porém, este gênero também pode ser utilizado de forma benéfica, como para a produção de molhos orientais, para aumentar compostos bioativos e eliminação de anti-nutrientes (Hong, Lee, Kim, 2004; Mukherjee, Chakraborty, Dutta, 2015; Sun *et al.*, 2016). Esse gênero possui uma dificuldade de desenvolvimento em relação às baixas temperaturas, como notado por Asefa *et al.* (2009), que considerou incomum a presença dos mesmos, em estudo de produtos cárneos curados e dessecados na Noruega (temperatura entre 10 °C e 12 °C, com umidade relativa de 75–85%). *A. versicolor* está dentre as três espécies do gênero *Aspergillus* mais comuns no ambiente (Raksha, Urhekar, 2017). Caracteriza-se por apresentar lento crescimento e é encontrada em diversos ambientes, incluindo ambientes extremos, produtos alimentícios, solo e em ambientes internos úmidos (Eduard, 2009; Nadumane, Gajaraj, 2016). *A. versicolor* cresce entre 4 e 40 °C, entretanto, sua temperatura ótima de crescimento está entre 20 e 30 °C, sendo conhecida pela produção de diversos metabólitos tóxicos (Piontek, Łuszczynska, Lechow, 2016). Essa espécie apresentou baixa ocorrência no socol, podendo ser identificado como contaminante. Outra espécie do mesmo gênero foi *A. candidus*, que é conhecida por sua ocorrência no solo, rizosfera e no leite, e por sua importância na indústria alimentícia, como no processo de

maturação espontânea de embutidos (Lacey; Magan, 1991; Sunesen; Stahnke 2003). É um fungo moderadamente xerofílico e capaz de crescer em temperaturas superiores a 55 °C, sendo considerado um produtor ocasional (apenas alguns isolados) de micotoxinas de importância menor (Chattopadhyay *et al.*, 1987; Lacey; Magan, 1991). Houve baixa ocorrência no socol. O gênero *Talaromyces* sp. foi encontrado em menor incidência que os gêneros supracitados, porém esteve presente em algumas amostras. O mesmo é citado como economicamente importante por Houbraken *et al.* (2020), e não é característico abranger espécies de fungos toxigênicos (Ramos, 2018; Houbraken *et al.*, 2020). A espécie *T. Variabilis* foi a única pertencente ao gênero identificada a nível de espécie, com baixa ocorrência. É citada como produtora diversos metabólitos secundários (como enzimas e compostos antifúngicos), e encontrada principalmente em solos (Yilmaz *et al.*, 2016; Halo *et al.*, 2019; Adhikari *et al.*, 2021; Tang *et al.*, 2024).

Os fungos *Penicillium* seção citrina pertencem ao sub-gênero *Aspergilloides*, que incluem: *P. citrinum*, *P. gorlenkoanum*, *P. hetheringtonii*, *P. sizovae*, *P. steckii*, *P. tropicoides* e *P. tropicum*, espécies que podem ser produtoras de micotoxinas, como: quinolactacina (*P. citrinum*, *P. hetheringtonii*, *P. sizovae*, *P. steckii*), citrinina (*P. citrinum*, *P. gorlenkoanum*, *P. hetheringtonii*), citriquinonas (*P. gorlenkoanum*, *P. citrinum*, *P. steckii*), citrinalina (*P. hetheringtonii*, *P. tropicoides*), isocromantoxinas (*P. steckii*, *P. tropicoides*), ácido tanzawaico (*P. sizovae*, *P. steckii*), e a chanoclavina (*P. gorlenkoanum*) (Houbraken *et al.* 2011; El-Neketi *et al.* 2013; Lai *et al.* 2013; Ranji *et al.* 2013; Houbraken *et al.*, 2020). A presença de fungos desta seção pode indicar uma ameaça à inocuidade de alimentos, porém na quantificação, é possível perceber que a ocorrência se deu em apenas uma amostra (A DRBC), com porcentagem de 7,3%.

Muitos estudos identificaram a espécie *P. solitum* em produtos cárneos, citando-o como sendo de baixo perigo para a saúde humana, ou seja, sem produção significativa de micotoxinas (Frisvad; Filtenborg, 1989; Schirmer; Wiik-Nielsen; Skaar, 2018; Zadavec *et al.*, 2020). Trata-se de uma espécie comumente encontrada em produtos cárneos processados (Pitt, 2000). Schirmer, Wiik-Nielsen e Skaar (2018) encontraram esta espécie como dominante em produto cárneo dessecado e com crescimento visível de massa fúngica, na Noruega, citando-o como um problema de qualidade no produto. O mesmo autor encontrou outras duas

espécies identificadas no socol, mas com baixas quantificações: *P. waksmanii* e *P. corylophilum*.

O *P. corylophilum* não é citado como produtor de micotoxinas e pode ser encontrado em diversas matrizes, como grão, carne, farinha e pão, demonstrando capacidade de se desenvolver sob baixas atividades de água (Pitt; Hocking, 1985; Rundberget; Skaar; Flåøyen, 2004; Pitt; Hocking, 2009; Prencipe *et al.*, 2018). Cantoni *et al.* (2007) identificou este fungo em salame, como deteriorador. Já o *P. waksmanii* é um fungo mais incomum, havendo ocorrência em solo, ração animal e no mar, mesmo tendo sido encontrado em outro produto cárneo (Pitt, 2000; Petit *et al.*, 2004; Pereyra *et al.*, 2010; Schirmer; Wiik-Nielsen; Skaar, 2018).

P. fellutanum é comumente encontrado em grãos, alimentos secos e solo, sendo reconhecido por ter atividade antifúngica e ser produtor de lipase (Khan; Jameel, 2016; Zhao *et al.*, 2019; Amin *et al.*, 2021). Quanto à produção de toxinas, não foram encontrados estudos comprovando esta característica (Pitt, 2000).

P. implicatum é citado como um fungo de natureza xerofílica e lento desenvolvimento, sendo comumente encontrado em solo, alimentos secos e cereais, podendo também ser deteriorador de frutas (Hocking; Pitt, 1979; Pitt; Hocking, 1997; Labuda *et al.*, 2004; Korneykova; Nikitin, 2021). Não é citado como produtor de micotoxinas (Pitt, 2000; Frisvad; Thrane; Samson, 2007).

D. hansenii é uma levedura largamente encontrada em queijos artesanais e bastante estudada em produtos cárneos maturado e dessecados, sendo citada como bioprotetora contra a produção de micotoxinas, principalmente da OTA, além de ser uma espécie benéfica em aspectos físico-químicos e sensoriais dos produtos em que está presente (Sengun *et al.*, 2008; Aragão, 2018; Ramos-Moreno *et al.*, 2021; Aragão *et al.*, 2022; Cebrián *et al.*, 2022; Prates, 2023). Sua ação e desenvolvimento pode ser limitada devido à algumas características, como concentração de NaCl, pH e temperatura. Em relação ao NaCl, a melhor atividade parece ser entre 2-3%, porém outros estudos apontam desenvolvimento acima disso, onde indica-se que acima de 10-12% que o potencial bioprotetor e crescimento podem ser afetados (Merdinger, Shair, 1962; Breuer, Harms, 2006; Al-Qaysi *et al.*, 2017; Çorbacı, Uçar, 2017). Outra levedura identificada, foi a *C. metapsilosis*, que é encontrada em alguns produtos cárneos fermentados, principalmente na China, como o Weining ham (um tipo de presunto), Dong chinês/‘fermented pork’ e salsichas Chinesas tradicionais (Li *et al.*, 2019; Zhang *et al.*, 2019; Mi *et al.*, 2021). A *C. metapsilosis* é citada como

bioprotetora (contra crescimento de isolados de *Fusarium* e *Penicillium*) e formadora de aromas (García-Béjar, Sánchez-Carabias, Alarcon, 2020; Kim *et al.*, 2022; Sidari, Tofalo, 2024). Ambas leveduras encontradas são comuns em produtos cárneos fermentados, de forma que a presença das mesmas pode estar ligada ao desenvolvimento de algum fator sensorial do socol. Outras pesquisas devem ser realizadas para investigar e identificar a ação das mesmas no produto.

Chow (2020) observou que o socol ao fim de sua maturação passa por um processo de lavagem/remoção da massa fúngica. Isso é citado como efetivo para alguns produtos cárneos maturados fora do Brasil (Iacumin *et al.*, 2009; Iacumin *et al.*, 2012; Parussolo *et al.*, 2019), mas em observação específica sobre o socol, isso pode apresentar riscos para as peças que estiverem dispostas na sala de maturação, devido à dispersão de esporos e falta de proteção entre os lotes em diferentes estágios. Chow (2020) sugere que a operação seja feita em locais controlados e isolados, com adoção de Boas Práticas de Fabricação (BPF) - higienização e troca regular de escovas, como forma de prevenção de contaminações cruzadas.

Embora a produção de micotoxinas seja algo muito específico e estudado por sua complexidade, é importante buscar ferramentas que diminuam a população de fungos toxigênicos e, por consequência, a possibilidade da produção das mesmas. Diversos estudos têm demonstrado que o controle de umidade e temperatura pode ser um conceito chave para este objetivo (Iacumin *et al.*, 2009; Iacumin *et al.*, 2012; Montanha *et al.*, 2018).

5. CONCLUSÃO

Comparando as quantificações das amostras de cada propriedade individualmente, houveram padrões diferentes entre os dias de maturação e os produtores: A, B e C apresentaram quantificações menores, maiores e estáveis de 30 e 45 dias, com algumas exceções. B demonstrou aumento, com exceção de SPE/DG18. Já A obteve redução significativa nas médias após 30 dias, quando apresentava os maiores valores. No geral, as maiores contagens foram encontradas nas amostras A e C. Em 30 dias, A teve maiores quantificações em DG18; em 45 dias, C apresentou os maiores valores. Em DRBC, a mesma tendência foi observada, embora em 30 dias as contagens de A e C tenham sido semelhantes. Percebe-se que a dinâmica quantitativa entre os produtores se difere, assim como entre os dois pontos da maturação analisados.

Os gêneros *Penicillium* e *Aspergillus* foram os mais abundantemente encontrados, com destaque para o *A. ochraceus*. A maior parte dos isolados do gênero *Penicillium* não foram identificados a nível de espécie. Outras espécies encontradas foram: *P. implicatum*, *P. waksmanii*, *P. solitum*, *P. seção citrina*, *P. fellutanum*, *A. flavus* e *P. corylophilum*. Além dos fungos filamentosos, que representam a maior parte da micobiota, duas leveduras foram encontradas: *Candida metapsilosis* and *Debaryomyces hansenii*. Novos estudos precisam ser feitos para uma maior compreensão acerca dos fungos presentes no socol. O trabalho demonstra que há uma rica biodiversidade fúngica neste produto, que deve ser melhor pesquisada em relação ao seu potencial tecnológico.

As dinâmicas observadas, tanto na quantificação, quanto no isolamento, servirão para fins de comparações futuras, já que o verão é a época do ano com maiores empecilhos tecnológicos e menor produção deste produto. Isso demonstra que estudos devem ser feitos comparando mais pontos da maturação do socol, assim como considerando outras estações do ano, incluindo o inverno (época de maior produção do embutido).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As dinâmicas observadas, tanto na quantificação, quanto no isolamento, servirão para fins de comparações futuras, já que não existem muitos dados sobre fungos filamentosos e leveduras do socol. O verão é a época do ano com maiores empecilhos tecnológicos e menor produção deste produto. Isso demonstra que estudos devem ser feitos comparando mais pontos da maturação do socol, assim como considerando outras estações do ano, incluindo o inverno (época ideal e de maior produção do embutido). No verão, é necessário tornar o ambiente de produção desfavorável para o crescimento de *A. ochraceus*, principalmente com controle de temperatura do ambiente produtivo.

REFERÊNCIAS

- ADHIKARI, M. *et al.* Morphological and Multigene Sequence Characteristics of *Talaromyces variabilis* Isolated from Soil in Korea. **The Korean Journal of Mycology**, v. 49, n. 1, p. 11-19, 2021.
- AL-QAYSI, S. A. S. *et al.* Production, characterization, and antimicrobial activity of mycocin produced by *Debaryomyces hansenii* DSMZ70238. **International journal of microbiology**, v. 2017, n. 1, p. 2605382, 2017.
- AMIN, M. *et al.* Optimization of lipase production by response surface methodology and its application for efficient biodegradation of polyester vylon-200. **Catalysis Letters**, p. 1-14, 2021.
- ARAGÃO, M. O. P. Diversidade de fungos filamentosos e leveduras em Queijo Minas Artesanal das microrregiões do Serro e da Serra da Canastra. 118 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - **Universidade Federal de Lavras**, Lavras, 2018.
- ARAGÃO, M. O. P. *et al.* Fungal community and physicochemical profiles of ripened cheeses from the Canastra of Minas Gerais, Brazil. **Journal of Food Science and Technology**, v. 59, n. 12, p. 4685-4694, 2022.
- ARAUJO, G. Z. Conservação de socol com aplicação de extrato alcóolico de cravo-da-índia, alho e pimenta-do-reino. Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos), **Instituto Federal do Espírito Santo**, Venda Nova do Imigrante/ES, 2021.
- ASEFA, D. T. *et al.* Moulds contaminants on Norwegian dry-cured meat products. **International Journal of Food Microbiology**, v. 128, n. 3, p. 435-439, 2009.
- AWUCHI, C. G. *et al.* Mycotoxins affecting animals, foods, humans, and plants: Types, occurrence, toxicities, action mechanisms, prevention, and detoxification strategies—A revisit. **Foods**, v. 10, n. 6, p. 1279, 2021.
- BALDOW, S. G. Planejamento da qualidade em agroindústrias de pequena escala. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), **Universidade Federal do Espírito Santo**, Alegre(ES), 2013.
- BAYMAN, P. *et al.* Ochratoxin production by the *Aspergillus ochraceus* Group and *Aspergillus alliaceus*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 68. n. 5, 2002.
- BELLOCH, C. *et al.* Microbiota and volatilome of dry-cured pork loins manufactured with paprika and reduced concentration of nitrite and nitrate. **Food Research International**, v. 149, p. 110691, 2021.
- BOZZI, J. A *et al.* Quantificação, isolamento e avaliação do potencial enzimático de fungos filamentosos presentes em embutido cárneo socol. *In*: Ensino e Pesquisa no Campo da Engenharia e da Tecnologia de Alimentos, Organizadora Priscila Tessmer

Scaglioni. Ponta Grossa (PR): **Atena Editora**, p. 170-179, 2021.

BRASIL. ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa nº 160, de 1º de julho de 2022**. Estabelece os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos. Diário Oficial da União: seção 1, n. 126, p. 227, 06 jul. 2022. Disponível em: <<https://acesse.one/37ITC>>. Acesso em: 09/03/2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Métodos Oficiais para Análise de Produtos de Origem Animal. MAPA, Secretaria de Defesa Agropecuária – **Brasília** : MAPA, 1ª ed., 2022. Disponível em: <<https://l1nk.dev/8DirH>>. Acesso em: 09/03/2025.

BRASIL. Lei n. 9279, de 14 de maio de 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. **Brasília**, DF, 14 Maio 1996. Disponível em: <<https://acesse.one/0qrOZ>>. Acesso em: 09/03/2025.

BREUER, U.; HARMS, H. *Debaryomyces hansenii*—an extremophilic yeast with biotechnological potential. **Yeast**, v. 23, n. 6, p. 415-437, 2006.

CAMPOS, M. D. O. Marcas de oriundi na produção, nos hábitos alimentares e no agroturismo em Venda Nova do Imigrante (ES, Brasil). **26ª Reunião Brasileira de Antropologia (RBA), GT: Saberes e Práticas da Alimentação: Desigualdade, Diversidade e Identidade**, Porto Seguro (BA), 2008.

CASTELLANI, A. Maintenance and cultivation of common pathogenic fungi of man in sterile distilled water. Further researches. **Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 70, n. 8, p. 181-&, 1967.

CASTRO, L. C.; LUCHESE, R. H.; MARTINS, J. F. P. Efeito do uso da cepa starter de *Penicillium nalgioense* na qualidade de salames. **Food Science and Technology**, v. 20, p. 40-46, 2000.

CASTRO-RIOS, K.; BERMEJO-ESCOBAR, L. P. Methods for the culture conservation of edible and medicinal fungi. **Journal of microbiology, biotechnology and food sciences**, v. 10, n. 4, p. 620-625, 2021.

CASU, A. *et al.* Changing climate, shifting mycotoxins: A comprehensive review of climate change impact on mycotoxin contamination. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 23, n. 2, p. e13323, 2024.

CALIMAN, N. F. Tradição italiana e modernidade: a Organização da Festa da Polenta em Venda Nova do Imigrante. **Revista Interdisciplinar de Gestão Social**, v. 1, n. 2, p. 115 a 137, 2012.

CEBRIÁN, E. *et al.* Biocontrol of ochratoxigenic *Penicillium nordicum* in dry-cured fermented sausages by *Debaryomyces hansenii* and *Staphylococcus xylosus*. **International Journal of Food Microbiology**, v. 375, p. 109744, 2022.

CHATTOPADHYAY, S. K. *et al.* A new mycotoxin from *Aspergillus candidus* Link isolated from rough rice. **Mycopathologia**, v. 98, p. 21-26, 1987.

CHARTERS, S.; SPIELMANN, N.; BABIN, B. J. The nature and value of *terroir* products. **European Journal of Marketing**, v. 51, n. 4, p. 748-771, 2017.

CHOI, K. R.; YU, H. E.; LEE, S. Y. Microbial food: microorganisms repurposed for our food. **Microbial biotechnology**, v. 15, n. 1, p. 18-25, 2022.

CHOW, F. C. Avaliação da presença de ocratoxina A, isolamento, identificação proteômica e potencial probiótico de micro-organismos presentes no Socol. 86 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - **Universidade Federal de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 2020.

COCOLIN, L. *et al.* Ensuring safety in artisanal food microbiology. **Nature microbiology**, v. 1, n. 10, p. 1-1, 2016.

COCOLIN, L. *et al.* Lactic acid bacteria ecology of three traditional fermented sausages produced in the North of Italy as determined by molecular methods. **Meat Science**, v. 82, n. 1, p. 125-132, 2009.

COLBARI, A. Familismo e ética do trabalho: o legado dos imigrantes italianos para a cultura brasileira. **Revista Brasileira de História**, v. 17, 1997.

COOKE, W. B. Ecology Of Fungi (1st ed.). **CRC Press**, Boca Raton/Florida. 1st Edition, 288 p., 1979.

COSTA, E. *et al.* Quantificação, isolamento e avaliação do potencial enzimático de fungos filamentosos presentes no ar de agroindústrias produtoras do embutido cárneo socol. *In: Ensino e Pesquisa no Campo da Engenharia e da Tecnologia de Alimentos*, Organizadora: Priscila Tessmer Scaglioni. Ponta Grossa (PR): **Atena Editora**, p. 188-195, 2021.

CROSS, R.; PLANTINGA, A. J.; STAVINS, R. N. What is the Value of *Terroir*?. **American Economic Review**, v. 101, n. 3, p. 152-156, 2011.

ÇORBACI, C.; UÇAR, F. B. Production and optimization of killer toxin in *Debaryomyces hansenii* strains. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 60, p. e17160339, 2017.

DAL BELLO, B. *et al.* Microbial ecology of artisanal products from North West of Italy and antimicrobial activity of the autochthonous populations. **LWT-Food Science and Technology**, v. 43, n. 7, p. 1151-1159, 2010.

DE FREITAS, J. F. *et al.* Socol: a Indicação Geográfica como promotora de avanços na legislação sanitária. **Incapere em Revista**, Vitória-ES, v. 11 e 12, p. 38-48, 2021.

DELGADO, J. *et al.* Use of molds and their antifungal proteins for biocontrol of toxigenic molds on dry-ripened cheese and meats. **Current Opinion in Food Science**, v. 11, p. 40-45, 2016.

DIAS, I. *et al.* *Staphylococcus* spp. and *Lactobacillus sakei* starters with high level of

inoculation and an extended fermentation step improve safety of fermented sausages. **Fermentation**, v. 8, n. 2, p. 49, 2022.

DJORDJEVIC, J. *et al.* Fermented sausage casings. **Procedia Food Science**, v. 5, p. 69-72, 2015.

DRAGAN, M. *et al.* Climate change: impact on mycotoxins incidence and food safety. **Теория и практика переработки мяса**, v. 4, n. 1, p. 9-16, 2019.

EDUARD, W. Fungal spores: A critical review of the toxicological and epidemiological evidence as a basis for occupational exposure limit setting. **Critical Reviews in Toxicology**, v. 39, n. 10, 2009.

EL-NEKETI, M. *et al.* Alkaloids and polyketides from *Penicillium citrinum*, an endophyte isolated from the Moroccan plant *Ceratonia siliqua*. **Journal of natural products**, v. 76, n. 6, p. 1099-1104, 2013.

ESPÍRITO SANTO. Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca. Portaria nº 044-R, de 21 de novembro de 2019. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Socol. **Diário Oficial dos Poderes do Estado**, Vitória, ES, 22 nov. 2019, p. 73. Disponível em: <<https://encurtador.com.br/ROyug>>. Acesso em: 21 mar. 2025.

FALQUETO, A. Socol: avaliação microbiológica e físico-química de diferentes produtores sob a influência das estações do ano. Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos), **Instituto Federal do Espírito Santo**, Venda Nova do Imigrante (ES), 54 p., 2019.

FALQUETO, A. *et al.* Avaliação da qualidade microbiológica do socol produzido em Venda Nova do Imigrante, ES. In: IV CONGRESSO MINEIRO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS, Lavras (MG): **ANAIS DO IV CMEA**, 2018.

FERREIRA, D. F. *et al.* Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FRANCIOSA, I. *et al.* Mycobiota dynamics and mycotoxin detection in PGI Salame Piemonte. **Journal of Applied Microbiology**, v. 131, n. 5, p. 2336-2350, 2021.

FRISVAD, J. C.; FILTENBORG, O. Terverticillate penicillia: chemotaxonomy and mycotoxin production. **Mycologia**, v. 81, n. 6, p. 837-861, 1989.

FRISVAD, J. C. *et al.* Mycotoxin production by common filamentous fungi. **Introduction to food-and airborne fungi**, n. Ed. 7, p. 321-331, 2004.

FRISVAD, J. C.; THRANE, U. L. F.; SAMSON, R. A. Mycotoxin producers. In: Food Mycology. **CRC Press**, p. 149-174, 2007.

GARCÍA-BÉJAR, B. *et al.* Autochthonous yeast from pork and game meat fermented sausages for application in meat protection and aroma developing. **Animals**, v. 10, n. 12, p. 2340, 2020.

GHEORGHE-IRIMIA, R. A. *et al.* Mycotoxins and Essential Oils—From a Meat Industry Hazard to a Possible Solution: A Brief Review. **Foods**, v. 11, n. 22, p. 3666, 2022.

GRUJOVIĆ, M. *et al.* Duvan chvarci: Product characterization and comparison between traditional and industrial production. **LWT**, v. 154, p. 112895, 2022.

GUIMARÃES, J. P. M. Caracterização microbiológica do queijo minas artesanal da canastra como ferramenta para definição da microbiota *terroir*. 2022. 48 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – **Universidade Federal de Lavras**, Lavras, 2022.

HALO, B. A. *et al.* *Talaromyces variabilis* interferes with *Pythium aphanidermatum* growth and suppresses *Pythium*-induced damping-off of cucumbers and tomatoes. **Scientific reports**, v. 9, n. 1, p. 11255, 2019.

HONG, K. J.; LEE, C. H.; KIM, S. W. *Aspergillus oryzae* GB-107 fermentation improves nutritional quality of food soybeans and feed soybean meals. **Journal of medicinal food**, v. 7, n. 4, p. 430-435, 2004.

HARIRCHI, S. *et al.* Sampling, preservation, and growth monitoring of filamentous fungi. In: **Current developments in biotechnology and bioengineering**. Elsevier, p. 149-180, 2023.

HOCKING, A. D. Food spoilage microorganisms. **CRC Press**, Woodhead Publishing Limited, Abington Hall/Cambridge. Edited by Clive de W. Blackburn, 2006.

HOUBRAKEN, J. A. M. P.; FRISVAD, J. C.; SAMSON, R. A. Taxonomy of *Penicillium* section citrina. **Studies in mycology**, v. 70, p. 53-138, 2011.

HOUBRAKEN, J.; DE VRIES, R. P.; SAMSON, R. A. Modern taxonomy of biotechnologically important *Aspergillus* and *Penicillium* species. **Advances in applied microbiology**, v. 86, p. 199-249, 2014.

HUTTER, L. M. Imigração italiana: aspectos gerais do processo migratório. **Revista do Instituto de Estudos Brasileiros**, n. 27, p. 59-73, 1987.

IACUMIN, L. *et al.* Moulds and ochratoxin A on surfaces of artisanal and industrial dry sausages. **Food microbiology**, v. 26, n. 1, p. 65-70, 2009.

IACUMIN, L. *et al.* Prevention of *Aspergillus ochraceus* growth on and Ochratoxin a contamination of sausages using ozonated air. **Food Microbiology**, v. 29, n. 2, 2012.

INCAPER. Planilhas de dados Meteorológicos e Agrometeorológicos via Sensoriamento Remoto, 2021. In: <https://meteorologia.incaper.es.gov.br/planilhas_sensoriamento>. Acesso em: 19/03/2025.

INCAPER. Socol: a indicação geográfica como promotora de avanços na legislação sanitária. In: **INCAPER EM REVISTA**. Indicações geográficas e certificação na agropecuária capixaba. Vitória: Incaper, v. 11 e 12, p. 38-48, 115 p., 2021.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4ª ed., 1020 p., **São Paulo/SP: Instituto Adolfo Lutz**, 2008.

INPI, Instituto Nacional da Propriedade Industrial. **Revista da Propriedade Industrial**, n 2475, 12 de Junho de 2018. Concessão de registro. 2018. Disponível em: <<http://revistas.inpi.gov.br/rpi/>>. Acesso em: 20/04/2023.

KABAK, B. The fate of mycotoxins during thermal food processing. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 89, n. 4, p. 549-554, 2009.

KHAN, N. T.; JAMEEL, N. Antifungal activity of silver nanoparticles produced from fungus, *Penicillium fellutanum* at different pH. **Journal of Microbial and Biochemical Technology**, v. 8, n. 5, p. 440-443, 2016.

KIM, J. H. *et al.* Potential correlation between microbial diversity and volatile flavor compounds in different types of Korean dry-fermented sausages. **Foods**, v. 11, n. 20, p. 3182, 2022.

KLEIN, H. S. A integração dos imigrantes italianos no Brasil, na Argentina e Estados Unidos. **Novos Estudos CEBRAP**, v. 25, p. 95-117, 1989.

KLICH, M. A. Identification of common *Aspergillus* species. **Centraalbureau voor Schimmelcultures**. 2002.

KORNEYKOVA, M. V.; NIKITIN, D. A. Qualitative and quantitative characteristics of the soil microbiome in the impact zone of the Kandalaksha aluminum smelter. **Eurasian Soil Science**, v. 54, n. 6, p. 897-906, 2021.

KOS, J. *et al.* Climate Change and Mycotoxins Trends in Serbia and Croatia: A 15-Year Review. **Foods**, v. 13, n. 9, p. 1391, 2024.

KUHN, D. M.; GHANNOUM, M. Indoor mold, toxigenic fungi, and *Stachybotrys chartarum*: infectious disease perspective. **Clinical microbiology reviews**, v. 16, n. 1, p. 144-172, 2003.

LABUDA, R. *et al.* *Penicillium* implicatum causes a destructive rot of pomegranate fruits. **Mycopathologia**, v. 157, p. 217-223, 2004.

LAI, D. *et al.* Bioactive polyketides and alkaloids from *Penicillium citrinum*, a fungal endophyte isolated from *Ocimum tenuiflorum*. **Fitoterapia**, v. 91, p. 100-106, 2013.

LACEY, J.; MAGAN, N. Fungi in cereal grains: their occurrence and water and temperature relationships. In: Cereal Grains Mycotoxins, fungi and Quality in Drying and Storage, Chelowski, J. (ed.) , **Elsevier**, 1991.

LEŠIĆ, T. *et al.* Mycobiota and mycotoxin contamination of traditional and industrial

dry-fermented sausage *kulen*. **Toxins**, v. 13, n. 11, p. 798, 2021.

LEŠIĆ, T. *et al.* The Occurrence of Five Unregulated Mycotoxins Most Important for Traditional Dry-Cured Meat Products. **Toxins**, v. 14, n. 7, p. 476, 2022.

LI, L. *et al.* Evaluation of the biogenic amines and microbial contribution in traditional Chinese sausages. **Frontiers in Microbiology**, v. 10, p. 872, 2019.

LIMA, T. T. M. *et al.* Traditional Brazilian fermented foods: cultural and technological aspects. **Journal of Ethnic Foods**, v. 9, n. 1, p. 1-15, 2022.

LO, Y. *et al.* Domestication in dry-cured meat *Penicillium* fungi: Convergent specific phenotypes and horizontal gene transfers without strong genetic subdivision. **Evolutionary Applications**, v. 16, n. 9, p. 1637-1660, 2023.

LOPES, M. P. *et al.* Caracterização da Associação de Produtores de Socol como Arranjo Produtivo Local. **Entrepreneurship**, v. 3, n. 1, p. 19-25, 2019.

MAGISTÀ, D. *et al.* *Penicillium* species: Crossroad between quality and safety of cured meat production. **Current Opinion in Food Science**, v. 17, p. 36-40, 2017.

MAZIERO, M. T.; BERSOT, L. dos S. Micotoxinas em alimentos produzidos no Brasil. **Revista brasileira de produtos agroindustriais**, v. 12, n. 1, p. 89-99, 2010.

MEDINA, A.; RODRIGUEZ, A.; MAGAN, N. Climate change and mycotoxigenic fungi: Impacts on mycotoxin production. **Current opinion in food science**, v. 5, p. 99-104, 2015.

MEDINA, A. *et al.* Climate change, food security and mycotoxins: Do we know enough?. **Fungal biology reviews**, v. 31, n. 3, p. 143-154, 2017.

MEIJA MENDEZ, D. K. Identificação de leveduras e fungos filamentosos da microbiota *terroir* de queijos artesanais produzidos na Serra da Canastra. 55 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - **Universidade Federal de Lavras**, Lavras, 2022.

MERDINGER, E.; SHAIR, S. Nutritional and metabolic studies of *Debaryomyces hansenii*. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 8, n. 2, p. 213-220, 1962.

MI, R. *et al.* Predominant yeasts in Chinese Dong fermented pork (*Nanx Wudl*) and their aroma-producing properties in fermented sausage condition. **Food Science and Human Wellness**, v. 10, n. 2, p. 231-240, 2021.

MISIOU, O.; KOUTSOUMANIS, K. Climate change and its implications for food safety and spoilage. **Trends in Food Science & Technology**, v. 126, p. 142-152, 2022.

MONTANARI, C. *et al.* Effects of starter cultures and type of casings on the microbial features and volatile profile of fermented sausages. **Fermentation**, v. 8, n. 12, p. 683, 2022.

MONTANHA, F. P. *et al.* Mycotoxins in dry-cured meats: A review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 111, p. 494-502, 2018.

MUKHERJEE, Runni; CHAKRABORTY, Runu; DUTTA, Abhishek. Role of fermentation in improving nutritional quality of soybean meal—a review. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v. 29, n. 11, p. 1523, 2015.

MUTZ, Y. S. *et al.* Unravelling the relation between natural microbiota and biogenic amines in Brazilian dry-cured loin: a chemometric approach. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 57, n. 3, p. 1621-1629, 2022.

NADUMANE, V., K.; GAJARAJ, B. New and future developments in microbial biotechnology and bioengineering. Edited by Vijai Kumar Gupta, **Elsevier**. 2016.

NASCIMENTO, P. F.; FIÚZA, A. L. C.; PINTO, N. M. A. A nova dinâmica campo-cidade revelada pelo turismo rural: o caso de Venda Nova do Imigrante—ES. **CAMPO-TERRITÓRIO: Revista de geografia agrária**, v. 8, n. 15, p. 1-21, 2013.

NASCIMENTO, R. S.; ROSALIN, J. P.; DE PAULA ISMAEL, V. Os Elementos da Produção de Queijo Minas Artesanal na Região da Serra da Canastra (MG): Paisagem e Território na Perspectiva da Geografia Cultural. **Revista Geoaraguaia**, v. 11, n. 1, p. 278-293, 2021.

NESIC, K. *et al.* Mycotoxins as one of the foodborne risks most susceptible to climatic change. **Procedia Food Science**, v. 5, p. 207-210, 2015.

OLIVEIRA, G. *et al.* Incidência de Fungos Dos Gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* Isolados de Especiarias. **Blucher Food Science Proceedings**, v. 1, n. 1, p. 527-528, 2014.

PANDIT, P. *et al.* Isolation of *Aspergillus ochraceus* and production of ochratoxin in coffee samples. **Nepal Journal of Science and Technology**, v. 15, n. 1, 2015.

PANICHEVA, Y. Climate Change and its effect on Prosciutto di Parma PDO production. The point of view of key informants. **Università degli Studi di Padova**. Second Cycle Degree (MSc). 2024.

PARDI, M. C. *et al.* Ciência, higiene e tecnologia da carne. 2 ed., Goiânia (GO): **Editora da UFG**, 1110 p., 2005.

PARKER, T. Tasting French *terroir*: the history of an idea. **Univ of California Press**, 2015.

PARUSSOLO, G. *et al.* Ochratoxin A production by *Aspergillus westerdijkiae* in Italian-type salami. **Food Microbiology**, v. 83, p. 134-140, 2019.

PATEL, R. A moldy application of MALDI: MALDI-ToF mass spectrometry for fungal identification. **Journal of Fungi**, v. 5, n. 1, p. 4, 2019.

PEDREIRA, B. C. C. G. *et al.* Aspectos do agroturismo desenvolvido em Venda Nova do Imigrante (ES) em subsídio ao levantamento do potencial agroturístico de Cachoeiras de Macacu (RJ). Rio de Janeiro (RJ): **Embrapa Solos-Documents (INFOTECA-E)**, 51 p., 2012.

PEIXOTO, D. L.; RIBETA, P. B. Agroturismo em Venda Nova do Imigrante (ES) e seus fatores condicionantes: um estudo baseado em publicações locais. **Revista Turismo em Análise**, v. 33, n. 1, p. 135-152, 2022.

PERAZA, R.; PERRON, G. G. Investigating the microbial *terroir* of fermented foods produced in a professional kitchen. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 28, p. 100509, 2022.

PEREYRA, C. M. *et al.* Fungi and mycotoxins in feed intended for sows at different reproductive stages in Argentina. **Veterinary Medicine International**, v. 2010, n. 1, p. 569108, 2010.

PERRONE, G. *et al.* Toxigenic fungi and mycotoxins in a climate change scenario: Ecology, genomics, distribution, prediction and prevention of the risk. **Microorganisms**, v. 8, n. 10, p. 1496, 2020.

PETIT, K. E. *et al.* Detection of griseofulvin in a marine strain of *Penicillium waksmanii* by ion trap mass spectrometry. **Journal of microbiological methods**, v. 58, n. 1, p. 59-65, 2004.

PISACANE, V. *et al.* Microbial analyses of traditional Italian salami reveal microorganisms transfer from the natural casing to the meat matrix. **International journal of food microbiology**, v. 207, p. 57-65, 2015.

PITT, J. I. Toxigenic fungi and mycotoxins. **British medical bulletin**, v. 56, n. 1, p. 184-192, 2000.

PITT, J. I. *et al.* Mycotoxins and toxigenic fungi. **Medical mycology**, v. 38, n. sup1, p. 41-46, 2000.

PITT, J. I.; HOCKING, A. D. Interfaces among genera related to *Aspergillus* and *Penicillium*. **Mycologia**, v. 77, n. 5, p. 810-824, 1985.

PITT, J. I.; HOCKING, A. D. Fungi and food spoilage. 3rd ed. **Springer Science Business Media**, 524 p. 2009.

PIONTEK, M.; ŁUSZCZYŃSKA, K.; LECHÓW, H. Occurrence of the toxin-producing *Aspergillus versicolor* Tiraboschi in Residential buildings. **International Journal of Environmental Research and Public Health**. v. 13, n. 9, 2016.

PLEADIN, J. *et al.* Pathways of Mycotoxin Occurrence in Meat Products: A Review. **Advances of Food Safety and Toxicology in Food Processes and Engineering**, v. 9, n. 12, p. 2122, 2021.

PRATES, F. C. Artisanal minas cheese produced in the Campos das Vertentes/MG

region: microbiota and volatile compounds profile. 102 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)–**Universidade Federal de Lavras**, Lavras/MG, 2023.

PRIOR, B. A. Measurement of water activity in foods: a review. **Journal of Food Protection**, v.42, n.8, p.668-674, 1979.

RAMOS, S. M. S. Diversidade de espécies de *Penicillium* e *Talaromyces* em solos usados para o cultivo de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e detecção da produção de micotoxinas. **Universidade Federal de Pernambuco** - Programa de Pós Graduação em Biologia de Fungos. 2018.

RAKSHA, S. G.; URHEKAR, A. D. Virulence Factors Detection in *Aspergillus* isolates from clinical environmental samples. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, v. 11, n. 7, 2017.

RIBEIRO, M. S. *et al.* Fungos e micotoxinas: estratégias de controle. In: WADT, L. H. *et al.* (ed.). Castanha-da-amazônia: estudos sobre a espécie e sua cadeia de valor. Brasília (DF): **Embrapa**, cap. 1, v. 2, p. 17-35, 2023.

RICCI, F. G.; CAMILO, C. P.; RIBEIRO, L. F. Aflatoxinas, ocratoxina A e zearalenona: segurança e qualidade em produtos de origem animal. **Revista GeTeC**, v. 10, n. 30, 2021.

RODRIGUES, P. *et al.* Mycobiota and mycotoxins in Portuguese pork, goat and sheep dry-cured hams. **Mycotoxin research**, v. 35, p. 405-412, 2019.

RODRIGUEZ, A. *et al.* Effect of selected protective cultures on ochratoxin A accumulation in dry-cured Iberian ham during its ripening process. **LWT-Food Science and Technology**, v. 60, n. 2, p. 923-928, 2015.

ROSARIO, D. K. *et al.* Modelling inactivation of *Staphylococcus* spp. on sliced Brazilian dry-cured loin with thermosonication and peracetic acid combined treatment. **International journal of food microbiology**, v. 309, p. 108328, 2019.

ROSARIO, D. K. *et al.* A Chemometric approach to establish underlying connections between lipid and protein oxidation and instrumental color and texture characteristics in Brazilian dry-cured loin. **Foods**, v. 9, n. 4, p. 536, 2020.

ROUGER, A. *et al.* A method to isolate bacterial communities and characterize ecosystems from food products: validation and utilization in as a reproducible chicken meat model. **International Journal of Food Microbiology**, v. 247, p. 38-47, 2017.

RUNDBERGET, T.; SKAAR, I.; FLÅØYEN, A. The presence of *Penicillium* and *Penicillium* mycotoxins in food wastes. **International Journal of Food Microbiology**, v. 90, n. 2, p. 181-188, 2004.

SAMSON, R. A. *et al.* Food and indoor fungi. CBS laboratory manual series 2. **CBS-Fungal Biodiversity Centre**. 2010.

SAMSON, R. A. *et al.* Food and indoor fungi. Westerdijk Fungal Biodiversity Institute - **CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre**, Utrecht/Netherlands, 390 p., 2019.

SANTOS, M. M. dos. Manutenção de isolados fúngicos de importância em alimentos. Trabalho de Conclusão de Curso. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná**, Departamento Acadêmico de Alimentos. 2017.

SANTOS, P. C. R. O. Ponto de equilíbrio: tradição e planejamento como vetores da recomposição e do desenvolvimento socioeconômico em Venda Nova do Imigrante. **Anais dos Encontros Internacionais UFES/PARIS-EST**, v. 5, n. 5, 2016.

SENGUN, I., *et al.* Mycotoxins and mould contamination in cheese: a review. **World Mycotoxin Journal**, 1(3), 291–298. doi:10.3920/wmj2008.x041. 2008.

SIDARI, R.; TOFALO, R. Dual role of yeasts and filamentous fungi in fermented sausages. **Foods**, v. 13, n. 16, p. 2547, 2024.

SOEMARIE, Y. B.; MILANDA, T.; BARLIANA, M. I. Fermented foods as probiotics: A review. **Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research**, v. 12, n. 4, p. 335-339, 2021.

SOUZA, T. P. de. Microbiota *terroir* em Queijo Minas Artesanal da microrregião do Serro: segurança e qualidade. 2019. 71 p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - **Universidade Federal de Lavras**, Lavras, 2019.

STARMER, W. T.; LACHANCE, M-A. Yeast ecology. In: KURTZMAN, C. P.; Fell, J. W; Boekhout, T. The yeasts, Fifth Edition, **Elsevier**, Chapter 6, p. 65-83, 2011.

STEFANELLO, A.; GASPERINI, A. M.; COPETTI, M. V. Ecophysiology of OTA-producing fungi and its relevance in cured meat products. **Current Opinion in Food Science**, v. 45, p. 100838, 2022.

SUN, J. *et al.* Effect of fermentation by *Aspergillus oryzae* on the biochemical and sensory properties of anchovy (*Engraulis japonicus*) fish sauce. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 1, p. 133-141, 2016.

SUNESSEN, L. O.; STAHNKE, L. H. Mould starter cultures for dry sausages—selection, application and effects. **Meat Science**, v. 65, n. 3, p. 935-948, 2003.

TANG, L. *et al.* Cytotoxic Pentaketide-Sesquiterpenes from the Marine-Derived Fungus *Talaromyces variabilis* M22734. **Marine Drugs**, v. 22, n. 6, p. 274, 2024.

TERRA, N. N. Apontamentos de Tecnologia de Carnes. São Leopoldo: Editora Unisinos, 216 p., 2 ed, 2005.

TONIETTO, J. *et al.* As Indicações Geográficas de vinhos do Rio Grande do Sul. **Revista de Administração da UFSM**, 14 (2) • Apr-Jun 2021. 2021.

TROPIA, R. R.; SILVA, L. C. Socol: Ciência, Tecnologia e Tradição. 2018. 65 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência e Tecnologia de

Alimentos) - **Instituto Federal do Espírito Santo**, Venda Nova do Imigrante, 2018.
 TURBES, G. *et al.* Evidence of *terroir* in milk sourcing and its influence on Cheddar cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 7, p. 5093-5103, 2016.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. Biblioteca Universitária. **Manual de normalização e estrutura de trabalhos acadêmicos**: TCCs, monografias, dissertações e teses. 4. ed. rev., atual. e ampl. Lavras, 2024. Disponível em: <<https://bibliotecauniversitaria.ufla.br/servicos-biblioteca/manual-de-normalizacao>> Acesso em: 08/06/2025.

VAN LEEUWEN, C; ROBY, J. P.; DE RESSEGUIER, L. Soil-related *terroir* factors: A review. **OENO one**, v. 52, n. 2, p. 173-188, 2018.

VENTURIM, B *et al.* Quantificação, isolamento e avaliação do potencial enzimático de fungos filamentosos presentes em superfícies de agroindústrias produtoras do embutido cárneo socol. *In*: Ensino e Pesquisa no Campo da Engenharia e da Tecnologia de Alimentos, Organizadora Priscila Tessmer Scaglioni. Ponta Grossa (PR): **Atena Editora**, p. 180-188, 2021.

VIEIRA, A. C. P. *et al.* Indicações Geográficas, Signos Coletivos e Desenvolvimento Local/Regional. **Editora Deviant**, Erechim/RS, 485 p., vol. 2, 2019.

VIEIRA, L. F. Agricultura e agroindústria familiar. **Revista de Política Agrícola**, v. 7, n. 1, p. 14-31, 2012.

VIEIRA, L. H. S. *et al.* Experiências de uma associação de produtores em processo de pré-incubação, p. 147. *In*: CARMO, J. P. de; RANGEL, R. da C. Os 10 anos da incubadora do IFES - Vitória (ES), **Edifes**, 220 p., 2021.

VISAGIE *et al.* Ochratoxin production and taxonomy of the yellow aspergilli (*Aspergillus* section *Circumdati*). **Studies in Micology**, v. 78, p. 1-61, 2014.

WANG, Z. *et al.* A review: Microbial diversity and function of fermented meat products in China. **Frontiers in Microbiology**, v. 12, p. 645435, 2021.

YILMAZ, N. *et al.* Taxonomic re-evaluation of species in *Talaromyces* section *Islandici*, using a polyphasic approach. **Persoonia-Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi**, v. 36, n. 1, p. 37-56, 2016.

ZADRAVEC, M. *et al.* A study of surface moulds and mycotoxins in Croatian traditional dry-cured meat products. **International journal of food microbiology**, v. 317, p. 108459, 2020.

ZHANG S. *et al.* Isolation, identification and tolerance characteristics of microorganisms from Weining ham. **Meat Res**, v. 33, p. 12-17, 2019.

ZHAO, Y. *et al.* Mycotoxin contamination and presence of mycobiota in rice sold for human consumption in China. **Food Control**, v. 98, p. 19-23, 2019.

ZHAO, Y. *et al.* Sample preparation and mass spectrometry for determining

mycotoxins, hazardous fungi, and their metabolites in the environment, food, and healthcare. TrAC- **Trends in Analytical Chemistry**, p. 116962, 2023.

ZINGALES, V. *et al.* Climate change and effects on molds and mycotoxins. **Toxins**, v. 14, n. 7, p. 445, 2022.