



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

MARIA EDUARDA FERREIRA DA SILVA

**NUTRIÇÃO E CÂNCER: A DIETA NA CONTRIBUIÇÃO DO SURGIMENTO
DO CÂNCER COLORRETAL E *QUIZ* COMO PROPOSTA PARA O ENSINO
DO CICLO CELULAR**

TERESINA, PI

2021

MARIA EDUARDA FERREIRA DA SILVA

NUTRIÇÃO E CÂNCER: A DIETA NA CONTRIBUIÇÃO DO SURGIMENTO DO
CÂNCER COLORRETAL E *QUIZ* COMO PROPOSTA PARA O ENSINO DO CICLO
CELULAR

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura em Ciências
Biológicas do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus
Teresina-Central.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. José Williams Gomes de
Oliveira Filho.

Coorientador: Prof. Me. Lídia Cristina de Oliveira.

TERESINA,PI

2021

NUTRIÇÃO E CÂNCER: A DIETA NA CONTRIBUIÇÃO DO SURGIMENTO DO CÂNCER COLORRETAL E *QUIZ* COMO PROPOSTA PARA O ENSINO DO CICLO CELULAR

Maria Eduarda Ferreira da Silva¹

Prof. Dr. José Williams Gomes de Oliveira Filho²

RESUMO

A dieta pode estar diretamente relacionada à incidência do câncer colorretal. A ingestão e interação de algumas substâncias encontradas nos alimentos têm contribuição pertinente nos processos celulares. Formação de compostos químicos durante o processo e cozimento de carnes vermelhas desencadeiam processos cancerígenos. Conteúdos relacionados ao ciclo celular, como o câncer e sua evolução devem ser abordados através de boas práticas didáticas. É objetivo deste estudo descrever e compreender evidências de estudos sobre a temática, investigando a relação do consumo de carnes vermelhas e carnes processadas para a contribuição do câncer colorretal, quais processos celulares estão envolvidos na incidência do câncer, e propor uma atividade (*quiz*) para relacionar o ciclo celular e interação com o câncer. Uma revisão sistemática foi realizada, localizando os principais trabalhos quanto ao tema e a proposta didática (*quiz*) para as aulas de Biologia. Entre os fatores presentes na carne vermelha e processada, a maioria das evidências epidemiológicas e experimentais apoiam um papel importante do ferro heme, compostos N-nitrosos, aminas heterocíclicas (HCAs) e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs). Constatou-se que uma dieta baseada em cozimentos de carnes vermelhas e carnes processadas, podem ter influência equivalente para o surgimento de câncer colorretal. O uso de jogos no ensino de Biologia acompanha a ludicidade e facilita o aprendizado.

Palavras-chave: carnes processadas; ciclo celular; recurso didático.

ABSTRACT

Diet may be directly related to the incidence of colorectal cancer. The ingestion and interaction of some substances found in food have a relevant contribution to cellular processes. Formation of chemical compounds during the process and cooking of red meat trigger carcinogenic processes. Contents related to the cell cycle, such as cancer and its evolution, must be addressed through good teaching practices. The objective of this study is to describe and understand evidence from studies on the subject, investigating the relationship between the consumption of red meat and processed meats for the contribution of colorectal cancer, which cellular processes are involved in the incidence of cancer, and to propose an activity (*quiz*) to relate the cell cycle and interaction with cancer. A systematic review was carried out, locating the main works on the subject and the didactic proposal (*Quiz*) for

¹ Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas. Instituto Federal do Piauí. mariaeduardaf948@gmail.com.

² Professor Doutor. Instituto Federal do Piauí. williamsfilho@ifpi.edu.br.

Biology classes. Among the factors present in red and processed meat, most epidemiological and experimental evidence supports an important role for heme iron, N-nitroso compounds, heterocyclic amines (HCAs) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). It was found that a diet based on cooking red meats and processed meats can have an equivalent influence on the emergence of colorectal cancer. The use of games in Biology teaching accompanies playfulness and facilitates learning.

Keywords: processed meats; cell cycle; didactic resource.

Data de aprovação: 20/12/2021

1 INTRODUÇÃO

A dieta é um fator importante na determinação da incidência de câncer em muitos países e regiões (GARÓFOLO, *et al*, 2004). Na maioria das vezes, não pensamos como a alimentação pode promover saúde, bem como, a ação danosa de alguns alimentos pode ser prejudicial ao funcionamento do nosso organismo.

O termo câncer refere-se a um grupo de doenças resultantes de mudanças nos genes que controlam o crescimento das células, bem como de interações entre estas alterações genéticas com o estresse celular - provocado por fatores ambientais e de comportamento, que incluem o estilo de vida e a dieta alimentar (SILVA; ERDTMANN; HENRIQUES, 2003).

O câncer colorretal (CCR) é caracterizado por tumores malignos que acometem o cólon e o reto. O cólon é a parte inferior do trato intestinal, cuja finalidade é absorver água e sais de alimentos não digeridos. Estes são os locais mais frequentes de neoplasias primárias, podendo originar tanto lesões benignas, os adenomas, quanto malignas, os carcinomas. A exposição da mucosa intestinal aos agentes cancerígenos resulta no desenvolvimento de lesões inflamatórias inespecíficas, promovendo alterações celulares. Se, porventura, a agressão for intensa e contínua, desenvolver-se-á a displasia, podendo esta progredir de um grau leve a acentuado, resultando no carcinoma (DAGOSTIN, RIGO e DAMÁSIO, 2019).

No Brasil, o INCA (Instituto Nacional de Câncer), no relatório de 2020, mostra a incidência estimada conforme o tipo de câncer e sexo. Em homens, o câncer de cólon e reto ocupa a segunda posição com 20.540 novos casos, resultando em 9,1% de todas as neoplasias. Em mulheres, o câncer de cólon e reto ocupa da mesma forma a segunda posição com 20.470 novos casos, resultando em 9,2% de todas as neoplasias.

Estudos revelam que a incidência das várias formas de câncer, estão associadas à ingestão de determinados componentes da dieta, formas de processamento do alimento, que inclui os alimentos ultraprocessados (ABBAOUI, *et al.*, 2018; ARIGONY, *et al.*, 2013; LEE *et al.*, 2017). Alimentos processados, em geral, são reconhecidos como versões modificadas do alimento original. São formulações industriais prontas para consumo e feitas inteira ou majoritariamente de substâncias extraídas de alimentos (óleos, gorduras, açúcar, amido, proteínas), derivadas de constituintes de alimentos (gorduras hidrogenadas, amido modificado) ou sintetizadas em laboratório com base em matérias orgânicas como petróleo e carvão (corantes, aromatizantes, realçadores de sabor e vários tipos de aditivos usados para dotar os produtos de propriedades sensoriais atraentes) (MENEGASSI, *et al.*, 2018).

O consumo de carne vermelha e processada aumenta o risco de câncer colorretal através do aumento dos níveis do teor de ferro *heme*, de compostos *N-nitroso* formados durante o processamento de carne, ocorre a formação de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos e aminas aromáticas heterocíclicas na carne cozida à altas temperaturas (SHIVAPPA *et al.*, 2017). Esse tipo de câncer relaciona cerca de 90% dos casos associados à alta ingestão de carne vermelha, gorduras saturadas e ácidos graxos poliinsaturados n-6 e baixa ingestão de vitaminas e fibras (WEN-LIN *et al.*, 2021).

A alimentação tem contribuição pertinente nos processos celulares. Nesse sentido, os alimentos desempenham papéis imprescindíveis no comportamento celular e molecular, ao proteger ou desencadear a instabilidade genômica.

O ensino do ciclo celular, pode ser exigente no momento a ser relacionado com a vivência do aluno, deve-se facilitar o processo de ensino-aprendizagem de temas tão complexos. A alternativa de propostas metodológicas atrativas podem ser possibilidades sucessoras no processo de ensino e aprendizagem e entende-se que os procedimentos de ensino são tão importantes quanto os próprios conteúdos específicos (PAIVA *et al.*, 2016).

O conhecimento aliado à vivência dos alunos, deve tornar o assunto atrativo e interessante a ser debatido, levando propostas virtuais, jogos de pensamento e respostas rápidas (*quiz*) para as aulas, podendo ser utilizados na introdução e conclusão dos assuntos, para preencher lacunas que o método convencional de ensino não garante (VARGAS; AHLERT, 2018). Neste sentido a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destaca que é importante:

Selecionar e aplicar metodologias e estratégias didático-pedagógicas diversificadas, recorrendo a ritmos diferenciados e a conteúdos complementares, se necessário, para trabalhar com as necessidades de diferentes grupos de alunos, suas famílias e cultura de origem, suas comunidades, seus grupos de socialização etc. (BRASIL, 2018, p.17).

Dessa forma, a ferramenta de *quiz*, oportuniza ao aluno participação ativa e de forma lúdica proporcionar aprendizagem significativa, além da circunstância de considerá-lo dinâmico e divertido. Portanto, o objetivo deste trabalho é propor o *quiz* como ferramenta metodológica para o ensino do ciclo celular na 1ª série do ensino médio, na disciplina Biologia. Para tanto, foram reunidas informações sobre a contribuição da alimentação no processo de surgimento do câncer colorretal por meio de uma revisão sistemática.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CÂNCER E ALIMENTAÇÃO

O câncer é caracterizado como um conjunto compartilhado de comportamentos celulares anormais, como divisão celular acelerada e invasão do tecido circundante, que estão associados às mudanças no DNA (SILVA, J; ERDTMANN, B; HENRIQUES, J. A. P (org.) 2003). Este desenvolve-se quando os processos normais de controle do comportamento celular falham e uma célula mutante torna-se a progenitora de um grupo de células que compartilham seus comportamentos ou capacidades anormais. Isso geralmente é resultado do acúmulo de dano genético nas células ao longo do tempo (INCA, 2020).

Almeida *et al.* (2005) explica que as alterações que geram as neoplasias podem ocorrer em genes especiais denominados protooncogenes, que à princípio, são inativos em células normais. Estes quando ativados, transformam-se em oncogenes, responsáveis pela malignização (transformação) das células normais. Estas células diferentes, são então denominadas cancerosas.

Dados do relatório *World Cancer Research Fund International* (WCRF) de 2018, revelam 18 milhões de casos de câncer em todo o mundo em 2018, desses, 9,5 milhões de casos ocorreram em homens e 8,5 milhões em mulheres, em destaque, os cânceres de pulmão, próstata e colorretal contribuíram com 44,4% de todos os casos nos homens; nas mulheres, destacam-se o câncer de mama, colorretal e de pulmão, que contribuíram com 43,9%.

De acordo com Instituto Nacional do Câncer José Alencar Gomes da Silva, (2020)

estima-se que entre 30 e 50% de todos os casos de câncer são preveníveis adotando estilos de vida saudáveis. Ter uma dieta e uma nutrição adequada aliada a prática de atividade física têm potencial, ao longo do tempo, de reduzir grande parte da carga global de câncer (INCA, 2020).

Evidências epidemiológicas e ensaios, associados a partir de estudos em animais, vegetais e in vitro, apoiam fortemente a ideia de relação entre constituintes da dieta e o risco de desenvolvimento de determinados tipos de câncer, incluindo, a suscetibilidade genética (SALES *et al.*, 2020; DIALLO *et al.*, 2017).

O câncer colorretal (CCR) é um dos cânceres mais frequentes. O que pode está causalmente ligado a hábitos alimentares, notadamente pela ingestão de carne processada e vermelha, visto que são alimentos bastantes consumidos e conter carcinógenos dietéticos, incluindo aminas aromáticas heterocíclicas (HCAs) e compostos N-nitroso (NOCs) (FAHRER e KAINA, 2017).

A inflamação crônica tem sido reconhecida como uma característica do câncer. A inflamação promotora de tumores pode ser pensada como uma característica facilitadora subjacente, que pode, inadvertidamente, contribuir para a aquisição, pela célula, de várias outras características do câncer. Diversas condições inflamatórias são precursoras para cânceres específicos, incluindo doença inflamatória intestinal para câncer de cólon (WORLD CANCER RESEARCH FUND INTERNATIONAL, 2018).

Especificamente, dietas com alta densidade calórica e alta proporção de carnes processadas, alimentos refinados, gorduras e álcool mostram associação direta com o aumento do risco de desenvolver câncer de mama, próstata e cólon, entre outros (ZARAGOZA-MARTI; GARCIA, 2020).

O efeito pró-cancerígeno da alta ingestão de carne vermelha na carcinogênese colorretal tem sido bem estabelecido em várias avaliações coletivas nacionais e internacionais de especialistas coletivos (BOUVARD *et al.* 2015; LATINO-MARTEL *et al.*, 2016).

A carne vermelha é definida como toda a carne de músculo de mamíferos e inclui carne bovina, vitela, porco, cordeiro, carneiro, cavalo e cabra. Carne processada é aquela que foi modificada por defumação, cura, salga, fermentação ou outros processos para melhorar seu sabor ou sua preservação. A carne processada pode incluir carne vermelha, mas também outros tipos de carne, como aves, miudezas ou subprodutos da carne (LOURENÇO *et al.*,

2018).

2.2 QUIZ NO ENSINO DO CICLO CELULAR E CÂNCER

No processo de ensino-aprendizagem a diversificação das modalidades didáticas na prática pedagógica contribuem para uma aprendizagem significativa, pois tornam possíveis atender a distintas necessidades e interesses dos alunos, contribuindo em motivá-los e envolvê-los no processo de ensino-aprendizagem (TONETE, 2018).

Quando trabalhados de maneira correta, os jogos didáticos/virtuais, esses contribuem positivamente para o aprendizado e socialização dos estudantes, motivando-os a participarem das atividades propostas, estimulando o raciocínio e revisando conceitos (MONTALVÃO; PASCOTTO, 2020).

A ludicidade no ensino vem sendo utilizada como uma ferramenta eficiente para unir o interesse, a motivação e o aprendizado dos alunos, em períodos de aulas remotas, bem como, demonstra ser um método interessante para ser utilizado como ferramenta de ensino e de aprendizagem por proporcionar momentos de entretenimento e descontração aliados à busca pelo aprimoramento de saberes, indispensáveis para a construção de um conhecimento sólido, tornando eficaz a abordagem da célula e da origem do câncer para alunos adolescentes como uma ação preventiva, que após os estudos podem mudar seus hábitos com o intuito de prevenir o surgimento do câncer (NEVES; ALBUQUERQUE; YAMAGUCHI, 2020; SILVA et al., 2017).

A avaliação em formato de *quiz* faz parte da chamada avaliação formativa (VARGAS e AHLERT, 2018). Avaliações formativas ajudam os professores a identificar os conceitos que os estudantes estão lutando para entender, as competências que estão tendo dificuldade em adquirir, ou padrões de aprendizagem que ainda não alcançaram a fim de que os ajustes possam ser feitos para aulas, técnicas de instrução e apoio acadêmico (COSTA; OLIVEIRA, 2015).

A ferramenta *quiz* leva para a sala de aula a aprendizagem baseada em jogos, que faz com que as aulas se tornem mais interativas e dinâmicas, favorecendo a avaliação dos conhecimentos em tempo real. Além de ser de fácil acesso e intuitiva, com a possibilidade de tornar as aulas mais dinâmicas, uma vez que o uso desse recurso possui características de um jogo digital, com regras e atribuições de pontuação para os alunos que responderem às perguntas de forma correta e rápida (FERREIRA, 2020).

3 METODOLOGIA

3.1 LEVANTAMENTO DE ARTIGOS RELACIONADOS À TEMÁTICA

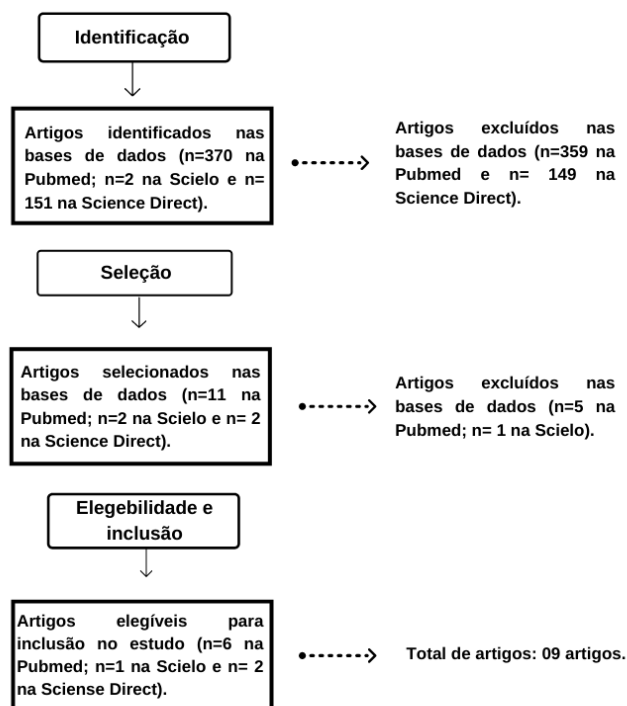
A pesquisa que levou a investigação da temática abordou o problema de forma qualitativa e quantitativa. Esse trabalho consiste em uma revisão sistemática da literatura e sugestão de proposta metodológica de ensino nas aulas de Biologia.

A revisão sistemática de literatura deu-se a partir da procura e coleta de artigos nas seguintes bases de dados: *PubMed*, *Scielo* e *Science Direct*. A pesquisa de artigos ocorreu no período dezembro/2020 a junho/2021, envolvendo os principais trabalhos publicados no período compreendido entre início do ano de 2015 e junho do ano de 2021.

Para melhor análise dos artigos foram considerados critérios de inclusão e exclusão. Os seguintes descritores associados da seguinte forma foram utilizados no idioma português e inglês: “colorectal cancer and processed meat” e “colorectal cancer and red meat”. Os seguintes critérios de busca foram levantados: i) estudos com humanos, animais e in vitro; ii) artigos publicados entre os anos de 2015 e 2021; iii) artigos completos e de acesso livre, iv) artigos em inglês e português e v) artigos pertinentes ao tema.

Metodologia de seleção dos artigos adotada compreendeu as etapas que se descreve a seguir:

Figura 1. Fluxograma de seleção dos artigos para a pesquisa.



Fonte: elaborada pelos autores.

Os artigos excluídos na parte "Identificação", não são de acesso gratuito ou livre ou não correspondem à temática de estudo. Na seção "Seleção" foram excluídos os artigos que não correspondiam ao tempo sugerido de publicação. Sendo assim elegíveis, **09 artigos** para análise.

3.2 PROPOSTA METODOLÓGICA: *QUIZ*

O *quiz* é uma proposta de questionário online mais dinâmico e pode ser adaptado para iniciar ou concluir um determinado conteúdo, sendo este constituído por perguntas, respostas, pontuações e ilustrações. As perguntas devem ser de raciocínio rápido, pois serão respondidas dentro de um determinado tempo (em menos tempo, mais pontos). As principais plataformas online, disponíveis na internet e sugestivas para uso de *quiz* no ensino são: *GoConqr*, *Kahoot*, *Mentimeter* e *Quizziz*. Existe a estratégia de motivação com pontuação final. Para avaliar o *quiz* como ferramenta de aprendizagem, ele deve ser disponibilizado para os alunos de 1º ano do ensino médio, a fim de proporcionar um aprendizado significativo, considerando as contribuições e adaptações do jogo virtual para o ensino remoto, presencial e híbrido. A

gama de assuntos para explorar é bem ampla e fica à critério do professor escolher a melhor forma de aplicar e significar o conteúdo para o aluno.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudos selecionados respeitando os critérios de seleção, apresentam-se como estudos de casos-controle quali-quantitativos, estudos de coorte prospectivo, de base populacional e de simulação macro, verificados nas seguintes regiões, como mostrado na figura abaixo.

Quadro 1. Estudos selecionados.

Base científica/região	Ano de publicação	Método do estudo
<u>PUBMED</u>		
Tunísia (África)	2020	Caso-controle
Estados Unidos	2015	Caso-controle
Reino Unido	2019	Estudo de coorte prospectivo
Estados Unidos e Porto Rico	2019	Estudo de coorte prospectivo
Japão	2017	Estudo de coorte de base populacional
França	2016	Estudo de coorte
<u>SCIELO</u>		
Colômbia	2017	Estudo de simulação macro
<u>SCIENCE DIRECT</u>		
Dinamarca	2018	Simulação com modelagem dinâmica
Zimbauê (África)	2018	Caso-controle

Fonte: elaborada pelos autores.

Quadro 2. Objetivos de estudos dos trabalhos selecionados.

AUTORES	OBJETIVOS DE ESTUDOS DOS TRABALHOS SOBRE A CONTRIBUIÇÃO DA ALIMENTAÇÃO NO PROCESSO DE
---------	---

	SURGIMENTO DO CÂNCER COLORRETAL
Gharbi, et al.	Examinar a relação entre o consumo de carne vermelha e processada e risco de câncer colorretal entre a população tunisiana.
Joshi, et al.	Conduzir análises abrangentes do consumo de carnes vermelhas e aves, levando em consideração as práticas de cozimento, níveis estimados de HCAs, localização do tumor e características moleculares do tumor.
Bradbury, et al.	Examinar sistematicamente as associações do risco de câncer colorretal com a ingestão de alimentos e grupos de alimentos: carne, peixe, frutas, vegetais, leite, queijo, álcool, chá e café, bem como a ingestão de fibras, e usar a ingestão de alimentos medidos novamente para quantificar o risco em níveis reais de ingestão no <i>UK Biobank</i> . Também examinar as associações entre a ingestão de alimentos e grupos de alimentos com sub-sítios anatômicos de câncer colorretal.
Mehta, et al.	Examinar a associação entre a ingestão de carne vermelha e processada e o risco de CRC em uma coorte recente de mulheres nos Estados Unidos e caracterizar ainda mais essa relação explorando produtos de carne específicos e práticas de cozimento de carne.
Wada, et al.	Avaliar o risco de câncer colorretal, incluindo câncer retal, em relação ao consumo de carne, usando arquivos de dados atualizados de câncer colorretal em um período prolongado de acompanhamento.
Bastide, et al.	Investigar a relação entre a ingestão de ferro heme nitrosilado e não nitrosilado de carne vermelha e o risco de adenomas colorretais.
Vries, et al.	Estimar o risco atribuível de câncer colorretal à população devido ao consumo de carnes vermelhas e carnes processadas.
Lourenço, et al.	Estimar os possíveis efeitos das reduções na ingestão de carne vermelha e processada sobre a incidência de CCR na população adulta dinamarquesa ao longo de um período de 30 anos.
Katsidzira, et al.	Procurar estabelecer se há uma associação entre os padrões alimentares e o risco de câncer colorretal em uma população africana no Zimbábue.

Fonte: elaborada pelos autores.

4.1 RESULTADOS DOS ESTUDOS SOBRE O RISCO DE CARNE VERMELHA E PROCESSADA PARA O CA COLORRETAL

Durante uma média de 5,7 anos de acompanhamento, 2.609 casos de câncer colorretal ocorreram. Os participantes que relataram consumir em média 76 g/dia de carne vermelha e processada em comparação com 21 g/dia tiveram um risco 20% maior de câncer colorretal. Cerca de 11,9% dos cânceres colorretais que ocorrem na população colombiana são atribuíveis ao consumo de carnes vermelhas, enquanto 13,9% são atribuíveis a carnes processadas. (BRADBURY; MURPHY; KEY, 2019; VRIES *et al.*, 2017).

Entre os fatores presentes na carne vermelha e processada, a maioria das evidências

epidemiológicas e experimentais apoiam um papel importante do *ferro heme*, abundante na carne vermelha, mas muito menos nas aves, na promoção do câncer colorretal pela carne vermelha e processada (BASTIDE *et al.*, 2016).

Compostos *N-nitroso* cancerígenos podem ser encontrados em muitas carnes processadas e podem ser formados endogenamente após a ingestão de carne vermelha no intestino humano com o auxílio da flora colônica. Cozinhar a carne em altas temperaturas, por períodos mais longos, pode produzir mais compostos mutagênicos, leva à formação de outros carcinógenos químicos; especificamente, aminas heterocíclicas (HCAs) e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs). O processamento da carne, como cura e defumação, também produz PAHs e outros compostos *N-nitroso* cancerígenos (NOCs). Por fim, a carne vermelha também é fonte de ferro heme, que pode promover danos oxidativos; O heme também participa de N-nitrosação endógena do intestino (JOSHI *et al.*, 2015; MEHTA *et al.*, 2020; WADA *et al.*, 2017; BASTIDE *et al.*, 2016; LOURENÇO *et al.*, 2018).

4.2 MECANISMOS CELULARES E MOLECULARES ENVOLVIDOS

O heme é pouco absorvido pelo intestino delgado, pode se acumular no cólon, onde induz lesão colônica resultando em hiperproliferação e hiperplasia, o que pode levar ao desenvolvimento de câncer colorretal, alterando a composição microbiana e facilitando a transformação maligna das células epiteliais do cólon (HOU *et al.*, 2016).

Um composto potencial encontrado na carne vermelha que pode aumentar o risco de câncer colorretal são as aminas heterocíclicas. Esses compostos são gerados quando a carne vermelha é cozida em altas temperaturas e são considerados genotóxicos, uma vez que entram na célula e são metabolizados em compostos que podem interagir com o DNA para produzir adutos de DNA, induzindo mutações em oncogênicos-chave genes, tais como polipose adenomatosa coli (Apc), β -catenina e K-Ras (HOU *et al.*, 2016).

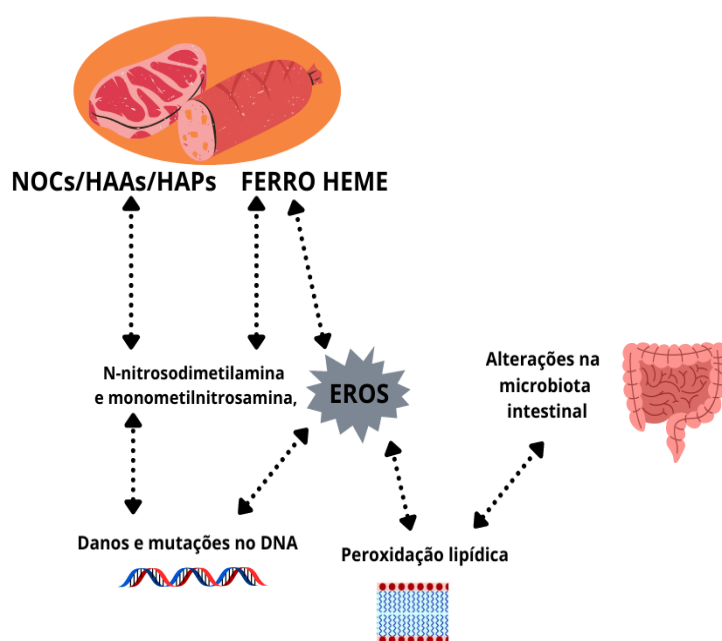
A associação positiva com o consumo de carne processada pode ser em parte devido aos compostos nitrosos já presentes na carne. Os compostos nitrosos são agentes alcalinos capazes de reagir com o DNA dos tecidos alvos para alterar suas bases e pode, portanto, potencialmente iniciar a carcinogênese (ZANDONAI, SONOBE; SAWADA, 2012).

Todos esses produtos químicos podem formar adutos de DNA e, se não forem reparados por sistemas enzimáticos, alguns dos adutos de DNA podem induzir mutações durante a divisão celular e levar ao desenvolvimento de câncer. A lista de diferentes compostos genotóxicos relacionados a alimentos que podem induzir a formação de adutos de

DNA parece ser bastante extensa, assim como a coleção de possíveis adutos de DNA resultantes (TURESKY, 2018; HEMERYCK *et al.*, 2016).

Apesar do grande corpo de dados epidemiológicos sobre o risco de dieta de carne processada ou vermelha no desenvolvimento de CCR, há uma escassez de dados físico-químicos sobre os adutos de DNA formados no colorretal. A ausência de biomarcadores específicos para distinguir entre adutos de DNA que ocorrem por meio da ingestão dietética ou de processos endógenos tem impedido nossa capacidade de substanciar qualquer um dos produtos químicos propostos e mecanismos bioquímicos envolvidos no câncer colorretal (TURESKY, 2018).

Figura 2. Efeito da carne vermelha e processada no desenvolvimento do câncer colorretal.



Fonte: DAGOSTIN, RIGO; DAMÁSIO (2019) (adaptado).

4.3 CONTRIBUIÇÕES DA PROPOSTA DE *QUIZ* NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM.

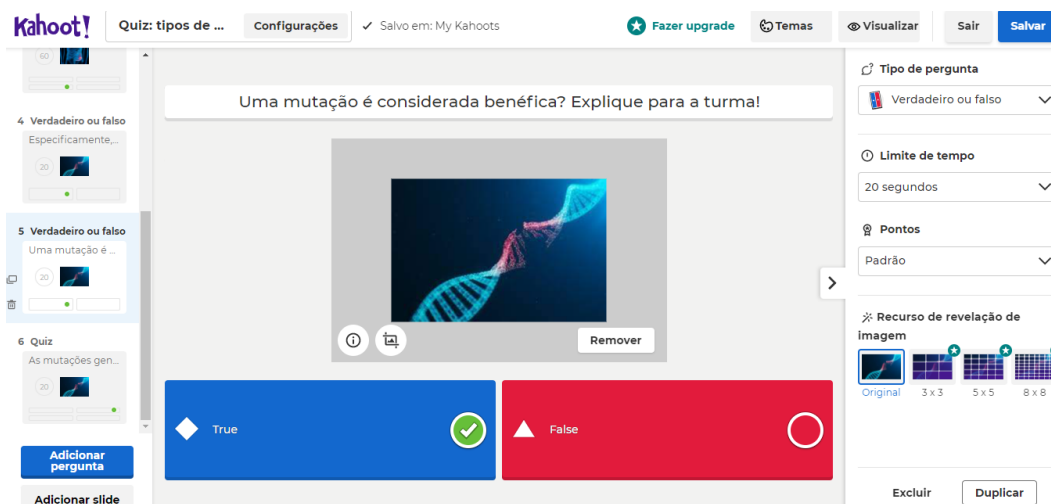
Os jogos virtuais ou online, possibilitam interesse e a participação do aluno, assim como podem possibilitar atenção, criatividade, coordenação motora, concentração, dentre outras vantagens e sabe-se que auxiliam na motivação do aluno, por meio dos desafios que estas atividades lúdicas proporcionam e por conseguirem manter a atenção dos alunos mesmo que estes estejam desinteressados, pois o desejo de ganhar o jogo leva o indivíduo a

refletir e redimensionar sua aprendizagem (CONDE *et al.*, 2021). O método de utilização do jogo virtual *quiz*, pode ser aplicado após ministrado o conteúdo teórico pelo docente em sala de aula ou ao iniciar um conteúdo específico, e poderá utilizar o jogo como ferramenta avaliativa, de forma diferente do ensino tradicional, onde o método de avaliação é feito somente com provas escrita e oral, mas não se utiliza de outras habilidades promotoras.

O *quiz* incentiva a leitura e ao estudo de temas relacionados de maneira desafiadora e lúdica, estabelecendo o uso criativo da tecnologia e da dinâmica implícita na atividade. Dessa maneira, esse surge como um novo instrumento didático complementar, que pode ser constantemente atualizado e direcionado para as dificuldades encontradas (SILVA *et al.*, 2010).

Com base nos estudos e tema desta revisão, o professor pode reunir essas informações e elaborar um questionário (*quiz*) para relacionar conceitos e conteúdos sobre 1. má alimentação, 2. alimentos processados, em especial, e foco desse trabalho, as 3. carnes vermelhas e processadas com os mecanismos que podem ocasionar o estresse celular, proliferação oxidativa, inflamação do epitélio que reveste o intestino e a instabilidade genômica. Pode ainda, desmistificar e explorar alguns termos científicos, que podem estar longe da realidade dos alunos, como por exemplo “o que significa adultos do DNA?”, “o que são as mutações?”, “como acontece uma apoptose?”, “o que é instabilidade genômica?” ou “porque falamos de proliferação aumentada?”, propondo alternativas para tal questionamento. Por outro lado, relacionar conteúdos de ensino com a vivência dos alunos, o que inclui um fator muito importante: o incentivo à boa alimentação, conhecer os alimentos e seus processos fisiológicos no organismo, destaca-se ser um ótimo aliado ao ministrar o início ou término de conteúdo, instiga, mantém e favorece o aprendizado.

Figura 3. Exemplo de atividade quiz com o tema de mutações.



Fonte: elaborada pelos autores.

5 CONCLUSÕES

Nos estudos analisados, constatou-se que uma dieta baseada em cozimentos de carnes vermelhas e carnes processadas, podem ter influência equivalente para o surgimento de câncer colorretal, logo os estudos experimentais e epidemiológicos apoiam a formação do ferro *heme*, compostos *N-nitroso* cancerígenos, aminas heterocíclicas (HCAs) e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs), dentre outros compostos químicos prejudiciais no processamento e cozimento desses alimentos. Com alta frequência, estudos epidemiológicos relacionam o consumo frequente de carnes processadas e carnes vermelhas cozidas a um risco elevado de câncer colorretal.

Enquanto muitos estudos abordaram o papel de dietas ricas em carne vermelha e risco de CCR, poucos tem dados para investigar esse problema com mais detalhamento celular e molecular, levando em consideração os processos celulares envolvidos nas formações carcinogênicas, de modo que ainda não é totalmente compreendido como o risco de câncer é aumentado pelo consumo de carne vermelha ou carne processada. É indicativo a maior realização de trabalhos que investiguem com mais detalhes a relação do câncer e sua evolução, com características dos principais processos celulares e moleculares envolvidos.

Destaca-se a relevância da utilização de jogos didáticos como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem durante as aulas de Biologia, de forma que contribuam para a formação de cidadãos críticos e conscientes, capazes de discutir assuntos pertinentes à sociedade baseada em conhecimento científico, como estabelecido pela BNCC (NOGUEIRA, SOUZA; MOREIRA, 2021).

Os jogos de *quiz* no ensino de Biologia podem apresentar-se como uma alternativa dinâmica, além de divertida no processo de ensino-aprendizagem, é uma atividade que requer atenção, agilidade e concentração, e aumenta a competição entre os alunos. É um recurso que pode ser usado para desmistificar alguns conceitos e melhorar a aprendizagem de um tema da biologia. Essa proposta pode ser bastante significativa, pois incentiva o interesse, faz nascer o desejo pelo conteúdo e contribui para a participação do alunado nas aulas.

REFERÊNCIAS

ABBAOUI, B. LUCAS, C. R. RIEDL, K. M. CLINTON, S. K. MORTAZAVI, A. Cruciferous vegetables, isothiocyanates and bladder cancer prevention. **Mol. Nutr. Food**, v. 62, n. 18, set. 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6196731/>. Acesso em: 08 jan. 2021.

ARIGONY, A. L. V. OLIVEIRA, I. M. MACHADO, M. BORDIN, D. L. BERGTER, L. PRÁ, D. HENRIQUES, J. A. P. A Influência dos Micronutrientes na Cultura Celular: Uma Reflexão sobre viabilidade e estabilidade genômica. **Biomed Res. International**, v. 2013, 2013. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3678455/>. Acesso em: 08 jan. 2021.

BASTIDE, N. MOROIS, S. CADEAU, C. KANGAS, S. SERAFINI, M. GUSTO, G. DOSSUS, L. PIERRE, F. H. CLAVEL-CHAPELON, F. BOUTRON-RUAULT, M. C. Heme Iron Intake, Dietary Antioxidant Capacity, and Risk of Colorectal Adenomas in a Large Cohort Study of French Women, **Cancer Epidem. Bio. & Prevention**, v. 25, n. 4, 2016. Disponível em: <https://cebp.aacrjournals.org/content/25/4/640.full-text.pdf>. Acesso em: 05 jun 2021.

BOUVARD, V. LOOMIS, D. GUYTON, K. Z. GROSSE, Y. GHISSASSI, F. E. BENBRAHIN-TALLAA, L. GUHA, N. MATTOCK, H. STRAIF, K. Carcinogenicity of consumption of red and processed meat, **Lancet. Oncol**, v. 16, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26514947/>. Acesso em: 04 jan. 2021.

BRADBURY, K. E. MURPHY, N. KEY, T. J. Diet and colorectal cancer in UK Biobank: a prospective study, **International J. Epidemiology**, v. 49, n. 01, 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7124508/>. Acesso em: 06 jan. 2021.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**: Ensino Médio. Brasília, MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

CONDE, I. B; JACINTO JÚNIOR, S. G; SILVA, M. A. M; VERAS, K. M. Percepções de professores de química no período da pandemia de COVID-19 sobre o uso de jogos virtuais no ensino remoto, **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10. 2021. Disponível: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/19070/17138>. Acesso em: 02 set. 2021.

COSTA, G. S. OLIVEIRA, S. M. B. C. *Kahoot*: a aplicabilidade de uma ferramenta aberta em sala de língua inglesa, como língua estrangeira, num contexto inclusivo, *In*: 6º Simpósio Hipertexto e Tecnologias na Educação, **Anais Eletrônicos**, Pernambuco, 2015. Disponível em:

<http://www.nehte.com.br/simposio/anais/Anais-Hipertexto2015/Kahoot%20-%20tecnologia%20aberta.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2021.

DAGOSTIN, C. T; RIGO, F. K; DAMÁZIO, L, S. Associação entre Alimentação vegetariana e a prevenção do câncer colorretal: uma revisão de literatura. **Revista Contexto & Saúde**, v. 19, n. 37, 2019.

DIALLO, A. DESCHASAU, M. LATINO-MARTEL, P. HERCBERG, S. GALAN. P. FILIPINO, F. ALLÈS, B. GUÉRAUD, F. PIERRE, F. H. TOUVIER, M. **Inter. Journal of Cancer**, v. 142. 2017. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ijc.31046>. Acesso em: 04 jan. 2021.

FAHRER, J. KAINA, B. Impacto do reparo do DNA na dose-resposta da formação de câncer colorretal induzida por carcinógenos dietéticos. **Food Chem. Toxicol**, v. 106, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0278691516303453?via%3Dihub>. Acesso em: 15 mai. 2021.

FERREIRA, D. G. Quiz sobre o reino monera: abordagem das tic's numa sequência didática para o ensino de biologia. **Dissertação** de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO, Universidade de Brasília - UnB, Instituto de Ciências Biológicas - IB, 2020. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/40819/1/2020_D%C3%A9boraGambogeFerreira%20%281%29.pdf. Acesso em: 12 out. 2021.

GARÓFOLO, A. C. M. AVESANI, K. G. CAMARGO, M. E. BARROS, M. E. SILVA, S. R. J. TADDEI, J. A. A. C. SIGULEM, D. M. Dieta e câncer: um enfoque epidemiológico. **Rev. Nutrição**, v.17. n. 4. 2004.

GHARBI, I. LETAIEF, F. DADAA, Z. YAHYAUI, Y. GABSI, A. MAGHRBI, H. AYADI, M. MEZLINI, A. The consumption of red and processed meat and the risk of colorectal cancer: A case-control study among the tunisian population, **La tunisie medicale**, v. 98 n. 10, 2020.

HEMERYCK, L. Y. ROMBOOTS, C. HECKE, T. V. VAN MEULEBROEK, L. BUSSCHE, J. V. DE SMET, S. VANHAECKE, L. Perfil de aduto de DNA in vitro para vincular mecanicamente o consumo de carne vermelha à promoção do câncer de cólon, **Toxicol Res. (Camb)**, v. 05, n. 05, 2016. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6062164/>. Acesso em: 25 out. 2021.

HOU, T. Y. DAVIDSON, L. A. KIM E. FAN, Y. Y. FUENTES, N. R. TRIFF, K. CHAPKIN, R. S. Nutrient-Gene Interaction in Colon Cancer, from the Membrane to Cellular Physiology, **Annual review of nutrition**, v. 36, 2016. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5034935/>. Acesso em: 10 out. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER (Brasil). Estatísticas de câncer. *In*: INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER (Brasil). **Estatísticas de câncer**. Brasília, DF. Instituto Nacional do Câncer. 2020. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/numeros-de-cancer>. Acesso em: 24 jan. 2020.

JOSHI, A. D. KIM, A. LEWINGER, J. P. ULRICH, C. M. POTTER, J. D. COTTERCHIO, M. MARCHAND, L. L. STERN, M. C. Meat intake, cooking methods, dietary carcinogens, and colorectal cancer risk: findings from the Colorectal Cancer Family Registry, **Cancer Medicine**, v. 04, n. 06, 2015. Disponível em:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4472216/pdf/cam40004-0936.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2021.

KATSIDZIRA, L. LAUBSCHER, R. GANGAIDZO, I. T. SWART, R.

MAKUNIK-MUTASE, R. MANYANGA, T. THOMSON, S. RAMESAR, R. MATENGA, J. A. RUSAKANIKO, S. Dietary patterns and colorectal cancer risk in Zimbabwe: A population based case-control study, **Cancer Epidemiology**, v. 57, 2018. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187778211830331X>. Acesso em 12 set. 2021.

LATINO-MARTEL, P. COTTET, V. DRUESNE-PECOLLO, N. PIERRE, F. H. F.

TOUILLAUD, M. TOUVIER, M. VASSON, M. P. DESCHASAU, M. MERDY, J. L.

BARRANDON, E. ANCELLIN, R. Alcoholic beverages, obesity, physical activity and other nutritional factors, and cancer risk: A review of the evidence, **Crit. Rev. Oncol. Hematol**, v. 99, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26811140/>. Acesso em: 04 jan. 2021.

LEE J. SHIN A. OH J. H. KIM, J. Colors of vegetables and fruits and the risks of colorectal cancer, **Mundo J. Gastroenterol**, v. 23, n. 14, 2017. Disponível em:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5394516/#>. Acesso em: 08 jan. 2021.

LOURENÇO, S. GUNGE, V. B. ANDERSSON, T. M. L. ANDERSEN, C. L. E. LUND, A.

S. Q. KØSTER, B. HANSEN, G. L. Avoidable colorectal cancer cases in Denmark: the

impact of red and processed meat, **Cancer Epidemiology**, v. 55. p. 1-7. 2018. Acesso em: 08 jan. 2021.

MEHTA, S. S. ARROYAVE, W. D. LUNN, R. M. PARK, Y. M. BOYD, W. A. SANDLER,

D. P. A Prospective Analysis of Red and Processed Meat Consumption and Risk of Colorectal Cancer in Women, **Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.**, v. 29, n. 01, 2020. Disponível em:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6954313/>. Acesso em: 04 jan. 2020.

MENEGASSI, B. ALMEIDA, J. B. OLIMPIO, M. Y. M. BRUNHARO, M. S. M. LANGA,

F. R. A nova classificação de alimentos: teoria, prática e dificuldades. **Ciência e Saúde**

Coletiva, v. 23, n. 12, 2018. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/csc/a/8HKxqkyGm7YBRdDKxVWcCLj/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 04 out. 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE; INSTITUTO NACIONAL DE CâNCER JOSÉ ALENCAR

GOMES DA SILVA. **Dieta, nutrição, atividade física e câncer** : uma perspectiva global: um resumo do terceiro relatório de especialistas com uma perspectiva brasileira, Rio de Janeiro, INCA, 2020.

MONTALVÃO, L. C. PASCOTTO, M. C. Jogos didáticos: Importância e contribuição para o processo de ensino-aprendizagem de Ciências e Biologia, **Rev. Panorâmica**, v. 31. 2020.

Acesso em: 16 jan. 2021.

NEVES, B. F. ALBUQUERQUE, F. L. YAMAGUCHI, K. K. L. Jogos lúdicos como ferramenta avaliativa no ensino de Ciências, **Rev. Prof. Docente**, v. 20, n. 45, 2020. Disponível em: <http://revistas.uniube.br/index.php/rpd/article/view/1380/1485>. Acesso em: 06 fev. 2021.

NOGUEIRA, A. M. SOUZA, G. B. MOREIRA, L. A. A utilização de jogos didáticos na disciplina de biologia no ensino médio técnico, **Revista Cocar**, v.15, n.32, p.1-15, 2021. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/4154>. Acesso em: 12 jan. 2022.

PAIVA, M. R. F. PARENTE, J. R. F. BRANDÃO, I. R. QUEIROZ, A. H. B. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa. **Sanare**, Sobral, v. 15, n. 02, p. 145-153, 2016. Disponível em: <https://sanare.emnuvens.com.br/sanare/article/view/1049/595>. Acesso em: 30 abr. 2021.

SALES, J. N. BARBOSA, M. C. BEZERRA, I. N. VERDE, S. M. M. L. Consumo de Alimentos Ultraprocessados por Mulheres Sobreviventes do Câncer de Mama, **Rev. Brasileira de Cancerologia**, v. 66, n. 3, 2020. Acesso em: 16 jan. 2021.

SILVA, J. ERDTMANN, B; HENRIQUES, J. A. P (org.). **Genética Toxicológica**. Porto Alegre: Alcance, 2003.

SILVA, J. M. A. CANEDO, R. V. ABRANTES, T. A. S. SANTOS, R. T. SOUZA, R. A. UTAGAWA, C. Y. Quiz: um questionário eletrônico para autoavaliação e aprendizagem em genética e biologia molecular, **Rev. bras. educ. med.**, v. 34 n. 04, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbem/a/S3nZz8ZNymTRDYctDhLJxdQ/?lang=pt>. Acesso em: 12 jan. 2022.

SILVA, M. F. CRUZ, M. R. P. PEREIRA, L. S. MENEZES, C. S. Redescobrimo a célula: uma abordagem sobre a divisão celular e sua relação com a origem do câncer através de ferramentas práticas e lúdicas, In: **Anais eletrônicos** do Congresso Nordeste de Biólogos, v. 07, Congrebio, 2017. Acesso em 08 abr. 2021.

SHIVAPPA, N. GODOS, J. HÉBERT, J. R. WIRTH, M. D. PIURI, G. SPECIANI, A. F. GROSSO, G. Dietary Inflammatory Index and Colorectal Cancer Risk A Meta-Analysis, **Nutrients**, v. 09, n. 09, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5622803/#>. Acesso em: 25 jan. 2021.

THEODORATOU, E. TIMOFEEVA, M. LI, X. MENG, X. IOANNIDIS, J. P. A. Nature, Nurture and cancer risks: Genetic and nutritional contributions to cancer, **Annu Rev Nutr.**, v. 37, p. 293-320, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6143166/#>. Acesso em: 08 jan. 2021.

TONETE, D. C. Ensino e aprendizagem de Biologia nos anos finais da educação básica: uma perspectiva dos conteúdos de genética, bioquímica, fisiologia e biologia celular. **Monografia**. UTFPR. 2018. Acesso em: 18 jan. 2021.

TURESKY, R. J. Evidência mecanística para ingestão de carne vermelha e carne processada e risco de câncer: um acompanhamento da Agência Internacional de Pesquisa sobre Avaliação

do Câncer de 2015, **Chimia (Aarau)**. v. 72, n. 10, 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6294997/>. Acesso em: 25 out. 2021.

VARGAS, D. AHLERT, E. M. O processo de aprendizagem e avaliação através de QUIZ, **Artigo (Especialização)**, Curso de Docência na Educação Profissional, Universidade do Vale do Taquari, Univates, Lajeado, 22 set. 2017. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10737/2038>. Acesso em: 25 ago. 2021.

VRIES, E. QUINTERO, D. C. HENRÍQUEZ-MENDOZA, G. HERRÁN, O. F. Population attributable fractions for colorectal cancer and red and processed meats in Colombia - a macro-simulation study, **Colombia medica** (Cali, Colombia), v. 48, n. 2, 2017.

WADA, K.. OBA, S. TSUJI, M. TAMURA, T. KONISHI, K. GOTO, Y. MIZUTA, F. KODA, S. HORI, A. TANABASHI, S. MATSUSHITA, S. TOKIMITSU, N. NAGATA, C. Meat consumption and colorectal cancer risk in Japan: The Takayama study. **Cancer science**, v. 108, n. 05, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28256076/>. Acesso em: 12 jun. 2021.

WEN-LIN, L. SHAN-CHIH, L. KAI-FU, C. XIAO-FAN, H. CHIA-YU, L. CHIEN-JU, L. CHUN-YU, W. HUI-JU, H. NU-MAN, T. Juniperus communis extract induces cell cycle arrest and apoptosis of colorectal adenocarcinoma *in vitro* and *in vivo*, **Braz. J. Med. Biol. Res**, v. 54, p.10, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjmb/a/GvXvkc7zdXkzQvmhpyy3kq/?lang=en>. Acesso em: 25 ago. 2021.

WORLD CANCER RESEARCH FUND INTERNATIONAL (Inglaterra). Dados mundiais de câncer. In: WORLD CANCER RESEARCH FUND INTERNATIONAL (Inglaterra). **Dados mundiais do câncer**. Londres, UK. World Cancer Research Fund International, 2018. Disponível em: <https://www.wcrf.org/dietandcancer/cancer-trends/worldwide-cancer-data>. Acesso em: 07 jan. 2021.

ZANDONAI, A. P. SONOBE, H. M. SAWADA, N. O. Os fatores de riscos alimentares para câncer colorretal relacionado ao consumo de carnes, **Rev. Esc. Enfermagem da USP**, v. 46, n. 01, 2012. Acesso em 18 ago. 2021.

ZARAGOZA-MARTI, A. GARCIA, E. C. Influencia de la ingesta de alimentos o grupos de alimentos en la aparición y/o protección de los diversos tipos de cáncer: revisión sistemática, **Rev. Nutr. Hosp. Madrid**, v. 37. n. 1. 2020. Disponível em: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112020000100023&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 07 jan. 2021.