

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES EFLUENTES GERADOS EM
UMA PLANTA DE ABATE DE AVES

João Vitor Susin

PALOTINA

2021

Orientadora: Prof. Dra. Eliane Hermes - UFPR

Co-orientadora: Karla Gabriella Simadon – UFPR

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)

Resumo

O consumo de carne de frango aumenta a cada ano, colocando o Brasil em destaque tanto na produção quanto na exportação. Por ser um processo que utiliza grandes quantidades de água, a geração de resíduos líquidos é elevada, trazendo preocupações em relação a qualidade deste efluente e seu lançamento. Os tratamentos a serem realizados podem ser físicos, químicos ou biológicos, sendo utilizados em conjunto a fim de aumentar a eficiência. Mas previamente é fundamental a caracterização dos efluentes visando a definição da melhor opção de tratamento. Efluentes de abatedouros possuem características semelhantes, sendo considerados grandes poluidores de recursos hídricos devido à alta concentração de matéria orgânica presente. Portanto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar os diferentes efluentes gerados em uma planta de abate de aves em um frigorífico da região Oeste do Paraná. Para isso, realizou-se um mapeamento dos efluentes mais poluentes, visando ampliar os estudos sobre esses resíduos específicos. As coletas foram realizadas em oito pontos, sendo estes separados por áreas dentro da planta de abate, totalizando dez coletas, no período de setembro a novembro de 2021. Os parâmetros analisados foram: temperatura, pH e demanda química de oxigênio (DQO), sendo que a temperatura foi mensurada no momento da coleta e as demais análises conduzidas em laboratório. A partir dos resultados, constatou-se uma grande variabilidade nos dados, especialmente para a DQO. O efluente do ponto da carne mecanicamente separada (CMS) apresentou valores menores em todas as coletas, variando de 316 a 697,3 mg L⁻¹. Em contrapartida, o efluente da área de embutidos chegou a valores de 23.508 mg L⁻¹, apresentando os maiores valores do estudo. Essa alta variabilidade ocorre pelo fato de a água ser utilizada com diferentes funções na planta de abate, alterando as características do efluente que é eliminado em cada etapa.

Palavras-chave: Efluente Agroindustrial. Demanda Química de Oxigênio. Gerenciamento de Resíduos.

Abstract

CHARACTERIZATION OF DIFFERENT EFFLUENTS GENERATED IN A POULTRY SLAUGHTER PLANT

The consumption of chicken meat increases every year, and Brazil is highlighted in the production and in the export of this goods. Since the production process requires an elevated amount of water, the liquid waste is also very high, increasing the concern about this effluent and its discard. The possible effluent treatments can be physical, chemical, or biological, used together to increase efficiency, but prior to this, it's necessary the correct characterization of this effluents looking after the best treatment option. Slaughterhouse effluents have similar characteristics, being considered great polluters of water resources due to the high concentration of organic matter it contains. Therefore, this project's objective was to characterize the different types of effluents generated by a poultry slaughterhouse of a cold storage processing plant in the west of Parana. To do that, a mapping of the most polluting waste was carried out, aiming to expand the studies on these specific effluents. The material collection was held in eight points that are physically separated inside of the slaughterhouse plant, resulting in ten collects, from September to November 2021. The parameters studied were temperature, pH, and

chemical oxygen demand (COD) given that the temperature was measured at the collect moment and the further analysis were held in the laboratory. From the results a great variability of data was found, specially for COD. The effluent from mechanically separated meat (MSM) measure showed smaller values in all the collection, varying from 316 to 697,3 mg L⁻¹. In contrast, the effluent from inlaid area showed values of 23.508 mg L⁻¹ representing the highest values of the study. This high variability occurs since the water is used with different functions in the slaughterhouse plant, changing the characteristics of the effluent being eliminated in each process step.

Key-words: Agro-industrial Effluent. Chemical Oxygen Demand. Waste Management.

1 INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos o consumo de carne de frango aumentou, deixando o Brasil em um ponto muito importante em relação a exportação desse produto, fazendo com que a produção seja mais eficiente (CASTRO et. al., 2019). O processo produtivo desse tipo de carne consome uma quantidade muito grande de água, e conseqüentemente gera grandes volumes de efluentes. A qualidade desses efluentes tem chamado muito a atenção em relação ao seu lançamento devido à escassez e esgotamento de recursos hídricos pelo fato de o volume de água utilizado ser elevado, sendo necessários estudos para melhorar os métodos de tratamento buscando alcançar os padrões exigidos pelos órgãos ambientais (CASTRO et. al., 2019; GHORBANI e SALEM, 2021).

Os efluentes gerados podem ser tratados aplicando-se procedimentos físicos, químicos e biológicos, utilizando estes métodos em conjunto para garantir uma maior eficiência no tratamento (SUNADA, 2011). Tratamentos preliminares e primários utilizam processos físicos e físico-químicos, respectivamente, removendo partículas sólidas. O tratamento secundário ocorre através de métodos biológicos, com o objetivo principal de remover a matéria orgânica solúvel (BATILLO-LECOMPTE e MEHRVAR, 2015). Ainda existem tratamentos terciários, a fim de remover nutrientes que persistem no efluente, parte da matéria orgânica não biodegradável e patógenos presentes (GAUTO e ROSA, 2011).

Mas antes de se realizarem os tratamentos necessários, a caracterização destes resíduos é indispensável. Efluentes de abatedouros apresentam características comuns, altas concentrações de demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de

oxigênio (DBO), nitrogênio total, fósforo total e sólidos suspensos (BATILLO-LECOMPTE e MEHRVAR, 2015). Com tais características, esse efluente é considerado extremamente poluente, danificando recursos hídricos com seu lançamento incorreto (HILARES, 2021).

Com tais informações sobre o efluente gerado, a escolha de qual tratamento a ser utilizado pode ser feita, visando garantir a melhor eficiência. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi caracterizar os diferentes efluentes gerados em uma planta de abate de aves de um frigorífico do Oeste do Paraná, a fim de se realizar um mapeamento dos processos que geram os efluentes mais poluentes e ampliar os estudos sobre estes resíduos gerados em pontos específicos do abate.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Produção de Aves de Corte

Devido ao alto valor proteico e preço mais acessível, o consumo da carne de frango vem aumentando a cada ano no Brasil e no mundo de acordo com a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2021). A produção mundial deste tipo de carne no ano de 2020 foi de aproximadamente 100.413 mil toneladas, tendo como líder de produção os Estados Unidos (20.229 mil t), seguido da China (14.600 mil t) e estando em terceiro lugar o Brasil, com uma produção de 13.845 mil toneladas, mantendo a liderança de exportação da carne.

O estado do Paraná lidera em número de aves abatidas, sendo 35,47% dos abates, seguindo por Santa Catarina (14,88%), Rio Grande do Sul (14,02%) e São Paulo (8,21%) (ABPA, 2021). Todo esse aumento na produção, principalmente na região Sul e Sudeste se dá pelo fato de ter ocorrido um grande avanço tecnológico na área, como seleção genética das aves, nas rações, controles de doenças e entre outras atividades (BITTENCOURT e BARROS, 2019).

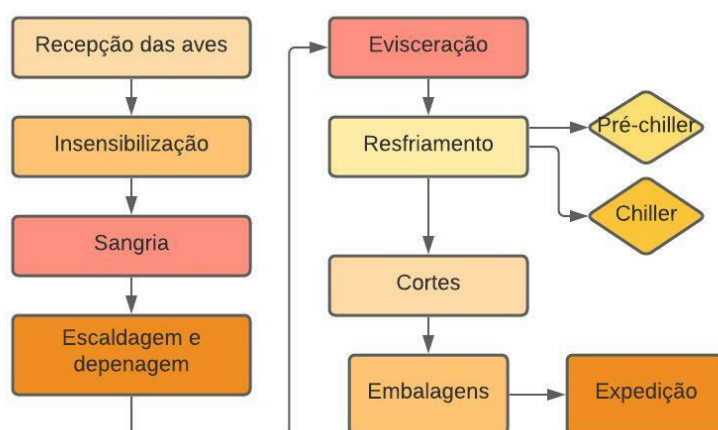
Junto com o crescimento da demanda de produção ocorre o aumento do consumo de água utilizada nos processos de abate do frango, que pode ser em média 30 L por ave abatida, levando em consideração todas as etapas que consomem água (FERREIRA et al., 2018). Com todo esse consumo, é gerado grandes quantidades de efluentes líquidos,

que segundo a Norma Brasileira-NBR 9800 (ABNT, 1986) se trata de todo líquido gerado no processamento industrial, seja da produção ou higienização e que contenham algum grau de poluição.

2.2 Processo de Abate de Aves

O abate das aves deve seguir as normas impostas pelo Decreto N° 9013, de 28 de março de 2017, que dispõem sobre inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. O processo é seguido de etapas, sendo elas: recepção, insensibilização, sangria, escaldagem, depenagem, evisceração, resfriamento e cortes, com a possibilidade de possuir mais alguns processos específicos como área de temperados, embutidos e cortes mecanicamente separados (CMS) (Figura 1).

Figura 1 – Fluxograma do processo de abate.



Fonte: O Autor (2021)

A primeira etapa é a recepção das aves, que deve seguir práticas de bem-estar animal, sendo realizada em um ambiente sombreado, com ventiladores e nebulizadores, garantindo um microclima agradável (CPT, 2014). Aves que não passarem por um período de descanso, jejum e dieta hídrica são proibidas de serem abatidas (BRASIL, 2017).

Após a recepção, as aves entram na etapa de sangria, onde é obrigatório a execução de uma insensibilização do animal, pois o abate só pode ser realizado

empregando métodos humanitários. A insensibilização é feita através de ondas elétricas ou eletronarcolese, sendo o método mais comum, onde as aves passam por uma cuba de imersão com água eletrificada, com aproximadamente 28 a 50 volts, a fim de fazer com que os animais percam a consciência. Quando esse procedimento é realizado de forma correta, o sofrimento dos animais é reduzido, mas se ocorrer falhas nesse processo aumentam o número de fraturas e defeitos na carne, trazendo perdas de produção (LUDTKE et al., 2010; CPT, 2014; BRASIL, 2017).

Como o tempo em que a ave está sem consciência é curto, a sangria deve ser realizada imediatamente após a saída da cuba de insensibilização. Para que esse processo seja rápido, é necessário que as veias principais sejam cortadas, tanto manual como mecanicamente, a fim de acelerar a sangria (LUDTKE et al., 2010). Todo o processo dura aproximadamente 3 min até que todo sangue seja liberado, sendo muito importante que a traqueia não sofra obstruções para que a ave continue respirando e auxilie na remoção do sangue (CPT, 2014). Alguns frigoríficos podem levar em consideração o abate de acordo com preceitos religiosos, se este possuir um comércio internacional com países que exigem tais medidas (BRASIL, 2017).

Com a ave já abatida, o próximo processo é a escaldagem, onde a carcaça do animal passa por um tanque de água quente, com aproximadamente 50 a 63 °C durante no máximo 2 min com objetivo de facilitar a retirada das penas e remover enterobactérias e microrganismos presentes na carne (FIGUEIREDO et al., 2007; SILVA, 2021). Em seguida a carcaça entra na fase de depenagem, podendo ser realizada a seco ou em tambores rotativos juntamente com a escaldagem, sendo feita a renovação da água; nesta etapa também são removidos os pés, para serem aproveitados (CPT, 2014; SILVA, 2021). Dentro de todo o processo, essas são etapas que possuem um consumo elevado de água, conseqüentemente gerando grande quantidade de efluente (FIGUEIREDO et al., 2007).

A próxima etapa é a evisceração, que se trata da remoção das vísceras que podem ser separadas; as que serão descartadas, como o pulmão, glândulas e intestinos, e as que possuem valor comercial, como o coração, a moela e o fígado. No final desta etapa é feita uma lavagem da carcaça para retirada de impurezas, como restos de vísceras, sangue e membranas (CPT, 2014; SILVA, 2021). Integrado a parte de evisceração, segundo o decreto N° 9013, de 29 de março de 2017 (BRASIL, 2017), é obrigatória a inspeção das carcaças a fim de retirar da linha de produção as que apresentarem alguma anormalidade

nos órgãos e partes da carcaça. Podem ser consideradas anormalidades causadas no campo (tuberculose, Leucose, Septicemia) ou no abate (mortes, contaminação, mutilação e super escaldagem). Após inspeção, as carcaças podem ser aproveitadas de forma parcial, removendo partes que possuem irregularidades ou serem condenadas por inteiro devendo ser descartadas. Tal inspeção deve ser realizada por órgãos especializados, sendo municipais, estaduais ou federais (FIGUEIREDO et al., 2007).

Depois da limpeza após a evisceração, as carcaças podem ser direcionadas para a etapa de resfriamento, onde caem em um tanque aberto ficando submersas em água. Esses tanques são denominados chiller, onde primeiramente passam por um pré chiller com água em temperatura ambiente e depois no chiller principal, com água em uma temperatura de 0,5 a 4 °C, dependendo do tamanho do abatedouro. Esse processo é o mais demorado, levando em torno de 30 min evitando exceder o tempo para que as carcaças não absorvam muita água, sendo 8% o máximo permitido (CPT, 2014; FIGUEIREDO et al., 2017).

Assim que as carcaças saem dos chiller, elas entram para última etapa ainda inteiras para se dar início aos processamentos. O frango pode ser comercializado inteiro junto com as vísceras comestíveis, seguindo uma padronização do tamanho, sendo assim, já partem para a parte de embalagens e logo em seguida para a expedição. As carcaças também podem ser destinadas para a etapa de cortes, onde serão retiradas as principais partes comercializadas, como a asa, peito, coxa e sobrecoxa (FIGUEIREDO et al., 2007).

Algumas empresas também realizam os cortes mecanicamente separados (CMS), que segundo o Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 2000), é a carne obtida por processo mecânico, sendo retirada dos ossos da carcaça do animal e moída, a fim de produzir produtos específicos. Geralmente é realizado na própria linha de produção do abatedouro e direcionada principalmente para a fabricação de embutidos como mortadelas e salsichas (FIGUEIREDO et al., 2007).

2.3 Caracterização do Efluente de Abate de Aves

Somando todos esses processos e toda água utilizada no abate, a geração de efluente por ave abatida gira em torno de 20 a 40 L sendo o mais comum uma média de 25 L. Todo esse efluente do abate possui altos níveis de matéria orgânica, sendo gerados

em grande quantidade preocupando a indústria e o meio ambiente (ERYURUK et al., 2018; FERREIRA et al., 2018). A questão dos efluentes acaba se tornando um problema no setor avícola e nos demais setores, pelo fato do mercado começar a impor restrições sobre produtos de empresas que não respeitam as normas ambientais (FIGUEIREDO et al., 2007).

A planta de abate pode ser dividida em área suja e área limpa. A área suja engloba as etapas de recepção de aves, sangria, remoção das penas e vísceras, e a área limpa são consideradas as etapas em que a ave já está abatida, como o resfriamento, cortes e a parte de processados (MENDES, 2018). Todas essas etapas citadas necessitam da utilização de água, gerando grandes quantidades de efluentes. Tais resíduos são enviados para fora da linha de produção, totalmente carregados de sangue, conteúdo visceral, e fragmentos de tecidos, sendo assim possuem uma grande quantidade de sólidos em suspensão (SCARASSATI et al., 2003). Misturado neste efluente ainda pode haver a presença de essências e condimentos da parte de processados e resíduos da parte de higienização (LIMA, 2010).

Todo esse efluente vem carregado de matéria orgânica, possuindo valores elevados de DQO, DBO, óleos e graxas, nitrogênio e fósforo. A Tabela 1 traz esses valores segundo alguns autores.

Tabela 1. Características do efluente do abate de aves

Parâmetros (mg L ⁻¹)	Sunada (2011)	Kazmierczak et al. (2016)	Castro et al. (2019)
DQO	1400 - 11118	5181	3835
DBO	710 - 4633	3605	1889
Óleos e Graxas	50 - 897	27.4	1127
N total	110 - 700	316	730.6
P total	13 - 120	192.6	99.8

Fonte: O Autor (2021)

Com essas características, o efluente se torna um grande contaminante de recursos hídricos devido à alta carga de matéria orgânica, podendo também trazer riscos à saúde humana. Por isso se torna obrigação das indústrias o tratamento destes efluentes com técnicas que garantem uma alta eficiência (HILARES, 2021). Para que esse efluente possa receber uma destinação final, podendo ser lançado em corpos hídricos, as cargas de

matéria orgânica devem ser reduzidas a fim de evitar danos no corpo receptor. A resolução CONAMA, N° 430, de 2011 estabelece padrões e condições necessárias para o lançamento do efluente tratado em relação à classe de enquadramento do corpo hídrico. Dentre esses padrões de lançamento estão os níveis de pH (entre 5 a 9), temperatura (inferior a 40 °C) e remoção de 60% da DBO (CONAMA, 2011).

Como a resolução do CONAMA não traz valores para níveis de DQO, isso se torna responsabilidade de órgãos estaduais. Para o estado do Paraná, o Instituto Água e Terra (IAT, 2018), de acordo com a Portaria N° 29, de 2018 estabelece níveis de lançamento para efluentes, sendo 50 mg L⁻¹ de DBO e 150 mg L⁻¹ para DQO.

2.4 Parâmetros do Efluente do Abate de Aves

Antes de dar início aos tratamentos necessários para o descarte do efluente alguns parâmetros devem ser mensurados e avaliados, pois ajudam a escolher e desenvolver melhor o tipo de tratamento a ser utilizado. Segundo Kushwaha et al. (2010), agroindústrias combinam tratamentos para aumentar a eficiência, sendo esses tratamentos físico-químicos e biológicos. Dentro desses parâmetros avaliados tem-se a temperatura, pH e DQO, onde a Tabela 2 traz o valor desses parâmetros de acordo com diferentes literaturas.

Tabela 2. Parâmetros de efluente de abatedouro de aves.

Parâmetro	Rodrigues et al. (2016)	Kazmierczak et al. (2016)	Módenes et al. (2017)
pH	6,94±0,53	7,08	6,60
Temperatura (°C)	24±1,31	31,10	-
DQO (mg L ⁻¹)	3626±1554	5181	9252

Fonte: O autor (2021).

A temperatura é um parâmetro simples que pode possuir diversas variações na planta de abate, pois existem áreas que utilizam água quente (40 a 60 °C) e áreas que utilizam água gelada (0,5 a 4 °C) (FIGUEIREDO et al., 2007). A temperatura deve ser controlada antes do destino final pois pode contribuir com a poluição térmica, alterando a temperatura do corpo receptor (ROCHA, 2015).

Em relação ao tratamento dos efluentes, manter a temperatura estável se torna muito importante, pois compostos orgânicos se tornam mais solúveis, acelerando as reações, e fazendo com que ocorra a eliminação de patógenos presentes (KUNZ et al. 2019). E quando utilizado um tratamento biológico, o grau da temperatura também pode auxiliar na dissociação de diversos compostos, como a amônia, que em grandes quantidades se torna tóxica ao processo (CHERNICHARO, 2007).

O pH é o parâmetro que indica se a solução se apresenta ácida ou básica, de acordo com uma escala padrão (RIOS, 2010), e que podem sofrer muitas alterações em seu valor de origem pela adição de diferentes resíduos (DEZOTTI, 2008). Os valores do pH sanguíneo do frango de corte variam de 7,2 à 7,3 (BORGES et al., 2003), podendo influenciar no pH do efluente eliminado em alguns processos. Esses efluentes também podem estar sendo misturados com produtos ácidos e alcalinos, que se despejados de forma incorreta podem trazer sérios danos ao corpo receptor, se tornando nocivo a vida aquática ali presente que necessita de um valor próximo a neutralidade para sua sobrevivência (FILHO e CHUI, 2006; DEZOTTI, 2008).

No que se refere ao tratamento, os níveis de pH geram muita influência quando utilizados tratamentos biológicos anaeróbios para esses efluentes. Os diferentes microrganismos presentes no tratamento possuem uma faixa ótima de pH, podendo ser próximo a neutralidade ou mais ácidos, sendo essa faixa de 6,7 à 7,5 e 4,5, respectivamente (PEREIRA, 2009; KUNZ et al. 2019).

Um dos parâmetros mais importante a ser avaliado nos efluentes com alta carga orgânica é a DQO que se trata da quantidade de oxigênio necessário para degradar quimicamente as substâncias presentes no efluente, sendo elas biodegradáveis ou não (DEZOTTI, 2008). Os níveis de DQO podem ser medidos pelos métodos titulométricos e colorimétricos, onde o método escolhido deve levar em consideração a cor e a turbidez da amostra (CHERNICHARO, 2006). Efluentes lançados com uma DQO elevada podem reduzir o oxigênio dissolvido de corpos receptor de forma significativa, pois essas altas cargas de matéria orgânica fazem com que os microrganismos aeróbios aumentem seu processo metabólico para consumir essa matéria, e conseqüentemente elevem o consumo de oxigênio (BEGNINI e RIBEIRO, 2014).

Sendo assim, a remoção da DQO deve ser realizada da forma mais eficiente possível, influenciando positivamente o meio ambiente e realizando a diminuição dos

contaminantes presentes. Para isso são indicados tratamentos biológicos, aeróbios e anaeróbios, garantindo uma remoção de 75 à 85% dessa DQO (GHORBANI e SALEM, 2021). Castro et. al. (2019) realizaram estudos para a remoção de óleos e graxas de efluentes do abate de aves, e conseqüentemente a redução da DQO, utilizando pré-tratamentos químicos e enzimáticos, onde ambos apresentaram resultados satisfatórios quando submetidos a um posterior tratamento biológico, tendo redução de 89,4 a 92,5% e 72,3 a 87,5% de remoção de DQO, respectivamente. Módenes et. al. (2017) avaliaram o tratamento por eletrocoagulação de efluente do abatedouro de aves e seus resultados foram muito positivos, conseguindo uma remoção de até 92% da DQO, atingindo os parâmetros ideais de lançado para o efluente utilizado no estudo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição do local de estudo

O presente trabalho foi realizado em uma agroindústria do Oeste do Paraná, que possui três linhas de produção distintas, sendo elas de abate de aves, peixes e a produção de termoprocessados. As coletas foram realizadas somente na linha de abate de aves, onde são abatidas aproximadamente 600.000 aves por dia com uma meta de consumo de água de 22 L/ave.

3.2 Coleta das amostras de efluente

As amostras foram coletadas na linha de produção de abate de aves, onde os pontos de coletas foram separados por áreas. Ao todo foram oito pontos, onde cada um deles foi identificado como uma etapa do processo. As etapas correspondem a sangria, escaldagem, evisceração, resfriamento, cortes, temperados, embutidos e CMS (Tabela 3).

Tabela 3 – Descrição dos pontos de coleta.

Pontos	Descrição
Sangria	Ralo para saída da cuba de insensibilização e parte da calha de corte;
Escaldagem	Calha de eliminação da água quente;
Evisceração	Ralo de encontro dos resíduos das máquinas de evisceração, moela, fígado e coração;
Resfriamento	Saída de água do Chiller; ponto de entrada das carcaças;
Cortes	Ralo de encontro das esteiras de corte;
Temperados	Ralo de descarte dos resíduos; posicionado embaixo das esteiras
Embutidos	Ralo de descarte de resíduos líquidos;
CMS	Ralo que recebe efluente da máquina de separação.

Fonte: O Autor (2021)

As coletas foram realizadas duas vezes por semana, totalizando 10 amostras de cada ponto, em um período de setembro a novembro de 2021. Houve uma padronização nos horários de coleta para que as amostras apresentassem as mesmas características. Posteriormente, as amostras foram levadas para o Laboratório de Química Analítica e Análises Ambientais da Universidade Federal do Paraná (UFPR) – Setor Palotina para caracterização.

3.3 Caracterização do Efluente do Abate de Aves

Para mensurar os parâmetros foram utilizados alguns protocolos já definidos. Para o pH foi utilizado a metodologia de Potenciometria e para DQO a metodologia de Espectrofotometria (APHA, 2005).

3.3.1 Temperatura

A temperatura foi mensurada no momento da coleta para não haver interferências no valor real. Para isso foi utilizado um termômetro da marca Testo, modelo 106, devidamente calibrado.

3.3.2 pH

Para a medição do pH foi utilizado um pHmêtro de bancada da marca MS Tecnopon, modelo Luca 210, que foi calibrado antes de cada medição.

3.3.3 DQO Total

Para a análise de DQO total foram utilizadas 2,5 mL de amostra, onde cada amostra foi diluída de acordo com a necessidade. Também foram utilizadas 2,5mL de água destilada para o branco, utilizado na calibração do espectrofotômetro. Os 2,5 mL de amostra foram adicionados em tubos de borossilicato com tampas rosqueáveis. Posteriormente adicionou-se 1,5 mL da solução de dicromato de potássio e 3,5mL da solução de sulfato de prata em ácido sulfúrico. O tubo foi fechado e agitado por inversão. Após a homogeneização das amostras, os tubos foram colocados em um digestor da marca Adamo, modelo dry-block, onde permaneceram por duas horas a 150 °C. Passado esse tempo, foi necessária uma espera para que os tubos resfriassem, e fosse realizada a leitura em espectrofotômetro da marca Femto, modelo 600 s com comprimento de onda em 620 nm, zerando o equipamento com o branco. Todas as leituras foram realizadas em triplicata e tirada a média aritmética para definir o valor final da DQO.

Para obtenção da curva de calibração, foram utilizadas soluções com a DQO conhecida, onde plotou-se as absorbâncias no eixo Y contra os valores de DQO em mg L⁻¹ das soluções de biftalato ácido de potássio no eixo X, e determinou-se a equação da reta obtida. Os valores da absorbância das amostras do estudo foram jogados na equação e obteve-se o valor da DQO total.

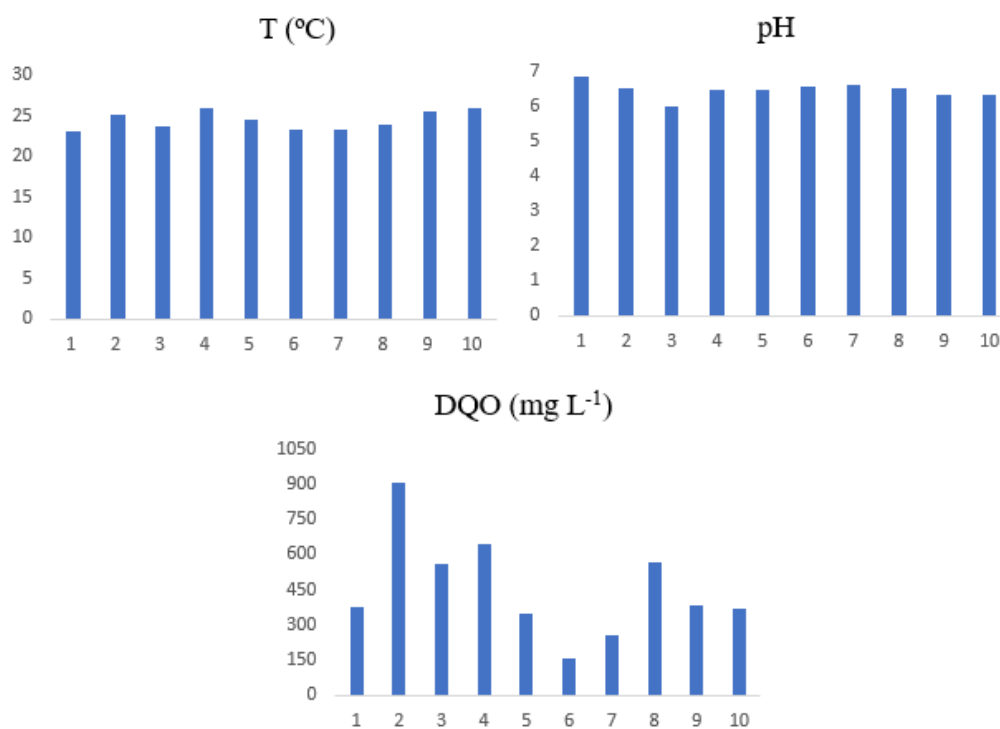
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Efluente gerado na etapa da Sangria

O efluente gerado na sangria é constituído principalmente pela água que sai da cuba de insensibilização, por isso na grande maioria das vezes não ocorria a presença de

sangue. Todo sangue é separado pois possui valor comercial, sendo assim não se mistura ao efluente. A Figura 2 apresenta os valores das análises físico-químicas realizadas.

Figura 2 – Temperatura, pH e DQO do efluente da sangria.



Fonte: O autor (2021)

A temperatura do efluente variou entre 23 a 25,9 °C, pois esse processo não necessita de água quente ou fria, podendo ser utilizada em temperatura ambiente. Como o frango é imerso parcialmente na cuba de insensibilização, sua temperatura corporal pode influenciar na temperatura da água. A temperatura corporal de um frango adulto pode chegar a 42 °C (WELKER, 2008), mas como o tempo de imersão é curto essa influência pode ser mínima.

Em todas as coletas o pH se manteve na faixa de 6, sendo o maior valor de 6,88, próximo a neutralidade. A água utilizada passa pelas estações de tratamento, situadas na própria empresa, onde após todos os procedimentos o pH se apresenta em torno de 6,5 a 7. Pelo fato de não ser adicionado nenhum produto na água desta etapa, o pH se mantém próximo aos valores de tratamento.

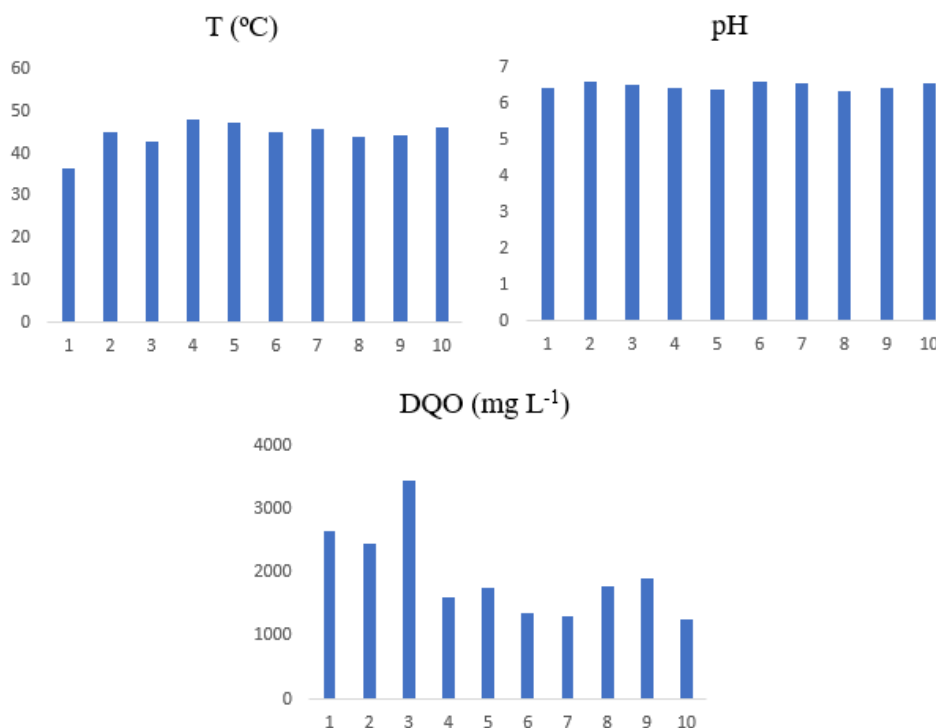
Em relação a DQO, os valores apresentam variações no decorrer das coletas. Muitas vezes a quantidade de água eliminada era maior, fazendo com que o efluente

ficasse mais diluído resultando em uma DQO mais baixa, como na coleta seis (154 mg L^{-1}). A DQO gerada na sangria é mais influenciada por fatores externos da ave, como sujeira das penas e dejetos, pois raramente o sangue é misturado a esse efluente. Em ocasiões em que havia vestígios de sangue como na coleta 2 e 4, tendo valores de 910 e 642 mg L^{-1} , respectivamente, a DQO tende a ser elevada. O sangue presente nos resíduos faz com que o efluente seja carregado com muita matéria orgânica e nutrientes, deixando um alto potencial poluidor (MESS et al., 2009).

4.2 Efluente gerado na etapa de Escaldagem

O processo de escaldagem gera uma quantidade muito grande de efluente, pois essa etapa utiliza de 0,4 a 0,6 L por ave abatida, para a realização da depenagem. Se trata de um efluente com muitas partículas de sujeira e alta quantidade de penas. A Figura 3 traz os valores das análises físico-químicas realizadas.

Figura 3 – Temperatura, pH e DQO do efluente da escaldagem.



Fonte: O Autor (2021)

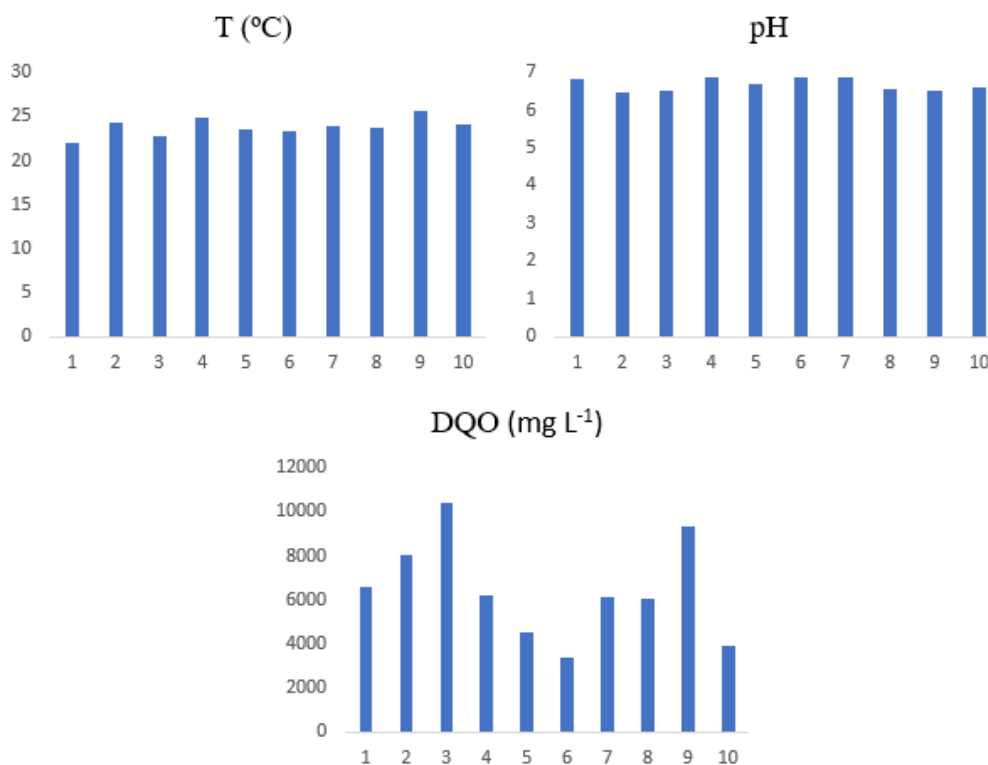
Este é um processo que necessita da utilização de água quente, que é aquecida através da troca de calor do vapor produzido na caldeira com a água, sendo assim a temperatura sempre se manteve alta, variando de 36 a 47,9 °C. A temperatura desse efluente deve ser controlada, a fim de que chegue a um nível padrão de lançamento, pois segundo Rocha (2015) a poluição térmica pode trazer complicações no ponto de lançamento no corpo receptor, alterando a temperatura do mesmo. No entanto, manter a temperatura alta em alguns efluentes pode ser útil no tratamento, pois ajuda na dissociação da amônia, encontrada na forma de ácido úrico nos dejetos (AUGUSTO, 2007; KUNZ et. al. 2019). O pH nesse processo não sofre muita influência, pois se trata somente da utilização da água quente para a retirada das penas. O pH se manteve na faixa de 6, variando de 6,3 a 6,6, mantendo-se próximo ao valor que é liberado das estações de tratamento (6,5 a 7,0).

A DQO do efluente da escaldagem, assim como na sangria, sofre mais influência de fatores externos. Como na escaldagem a água atinge o corpo inteiro da ave a presença de sujeiras e dejetos também pode ser maior, ocasionando valores de DQO mais elevadas, como na coleta 3 (3465 mg L⁻¹). Valores mais baixos, como na coleta 10 (1263 mg L⁻¹), podem ocorrer devido a produção estar mais baixa, gerando resíduos mais diluídos. Com valores de DQO elevados e geração de grande quantidade de efluente, essa pode ser uma problemática que faz com que o efluente bruto seja muito carregado.

4.3 Efluente gerado na etapa de Evisceração

O efluente da evisceração possui mais quantidade de sangue em sua composição, apresentando uma cor mais avermelhada. Além disso observou-se a presença de tecidos, membranas e partes de viscerais. A Figura 4 traz os valores das análises físico-químicas realizadas.

Figura 4 – Temperatura, pH e DQO do efluente da evisceração.



Fonte: O Autor (2021)

A temperatura deste efluente variou de 22 a 25,6 °C, podendo ser influenciada pelo fato de as carcaças saírem do tanque de escaldagem com a temperatura um pouco mais elevada, devido a água quente utilizada na etapa anterior. Como ocorre a retirada das vísceras do animal, a temperatura corporal de 42 °C (WELKER, 2008) pode influenciar mais ainda do que comparado com a sangria, pois a temperatura interna é maior do que a externa. Como a água é utilizada em temperatura ambiente, esse calor se dissipa fazendo com que a temperatura do efluente seja mais amena.

Além da temperatura, o pH sanguíneo também pode influenciar no pH final do efluente. Os níveis de pH variaram de 6,45 a 6,89, ficando mais próximos dos valores de tratamento (6,5 a 7) do que dos valores sanguíneos, que variam de 7,2 à 7,3 (BORGES et al., 2003). Sendo assim, pode-se dizer que o sangue presente no efluente não altera o pH final, pois a diluição desse sangue é alta.

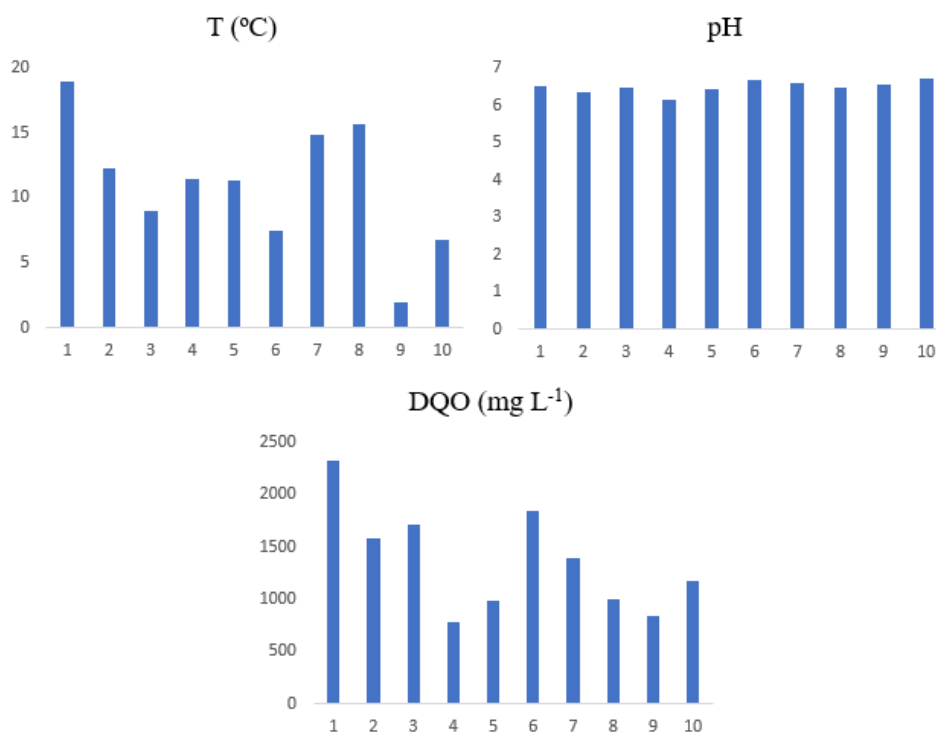
Por outro lado, o sangue pode ser muito problemático na questão da DQO. Os níveis de DQO da evisceração variaram de 3300 a 10400 mg L⁻¹, sendo o segundo mais alto do presente estudo. A presença de sangue e vísceras faz com que o efluente seja

carregado de matéria orgânica, principalmente proteica e gordurosa (CREMONINI et. al. 2018), fazendo os níveis de DQO serem muito elevados. Isso pode ser explicado pelo fato de o sangue apresentar uma DQO de aproximadamente $375.000 \text{ mg L}^{-1}$, fazendo com que o efluente se torne um grande poluidor (MASSÉ e MASSE, 2000). As coletas que apresentam valores menores são pelo fato de a produção estar mais baixa ou a linha de produção estar parada um pouco antes da coleta.

4.4 Efluente gerado na etapa de Resfriamento

Assim como na escaldagem, o resfriamento gera uma quantidade muito grande de efluente, pois utiliza de 1 a 1,5 L por ave. Esse efluente apresenta partículas de gordura, pelo fato de as carcaças ficarem em imersão durante o processo. A Figura 5 traz os valores das análises físico-químicas realizadas.

Figura 5 – Temperatura, pH e DQO do efluente do resfriamento.



Fonte: O Autor (2021)

A temperatura do resfriamento apresentou muitas variações, entre 1,9 a 15 °C entre as coletas. O motivo da temperatura ser maior que 10 °C pode ser explicado pelo

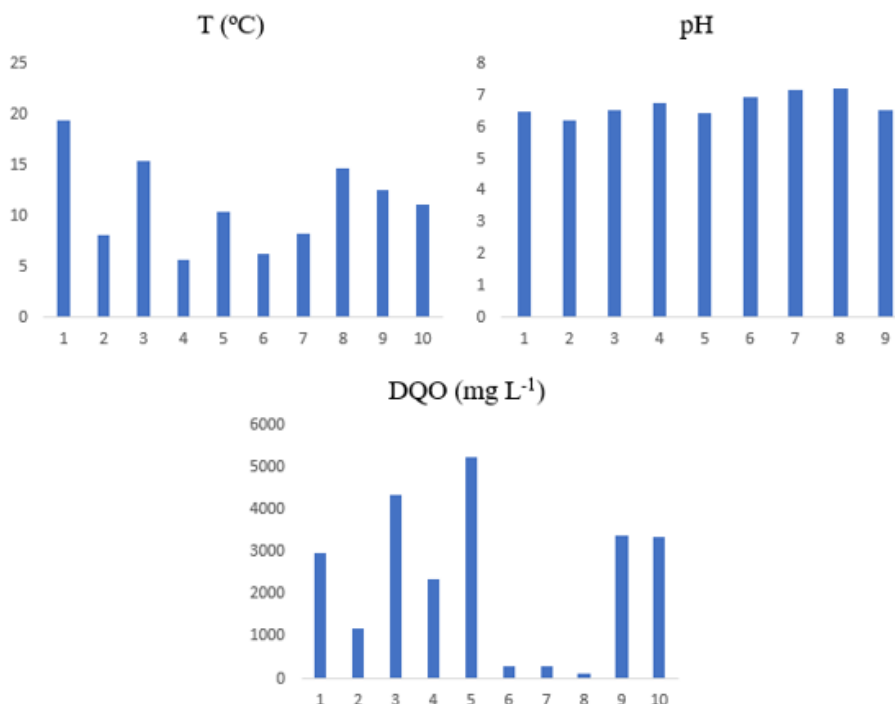
ponto de coleta, que se encontrava no início do chiller onde as carcaças caíam com uma temperatura elevada, fazendo com que gerasse uma grande troca de calor com a água gelada. Em contrapartida, quando as temperaturas eram menores, a coleta era realizada no momento de adição de gelo no chiller, ocasionando uma queda de temperatura. Por usar uma grande quantidade de água, o pH desse efluente se manteve próximo aos níveis de tratamento, nunca passando de 6,7. Como a renovação da água é constante, não ocorre muitas alterações nos valores de pH.

No que diz respeito a DQO, mesmo com valores não muito altos, variando de 783 a 2320 mg L⁻¹, o problema se encontra na quantidade de efluente gerado. Segundo estudos feitos por Schatzmann e Gerloff (2010), a água residuária do chiller apresenta altos níveis de óleos e graxas, e sólidos suspensos, onde nas análises realizadas pelos autores chegaram a 146 e 170 mg L⁻¹ respectivamente. Isso aumenta os valores da DQO total do efluente do resfriamento, acarretando o seu aumento no efluente final do abate, pois a geração de resíduos nessa etapa é elevada.

4.5 Efluente gerado na etapa de Cortes

O efluente gerado na etapa de cortes foi o que mais variou em aspectos visuais, podendo se apresentar mais diluído ou com mais presença de partículas de gordura. A Figura 6 traz os valores das análises físico-químicas realizadas.

Figura 6 – Temperatura, pH e DQO do efluente do corte.



Fonte: O Autor (2021)

A temperatura desse efluente também se manteve baixa, variando de 5,7 a 15,4 °C durante as coletas. Como as carcaças vem direto do resfriamento e a sala de corte deve permanecer com uma temperatura menor que outras áreas, a baixa temperatura da etapa anterior e do ambiente influencia no efluente que é eliminado. Quando os efluentes se juntam no tanque de equalização a temperatura entra em uniformidade.

O pH se manteve padrão durante as coletas, na faixa de 6, sendo diferente apenas nas coletas 7 e 8, com valores de 7,18 e 7,21 respectivamente. A água nessa etapa é utilizada somente na limpeza de calhas que são lançados os resíduos sólidos, principalmente gordura. O motivo do pH maior que 7 pode ser relacionado a resíduos de produtos da higienização realizada no turno anterior, que são detergentes e sanitizantes, que permanecem nessas calhas.

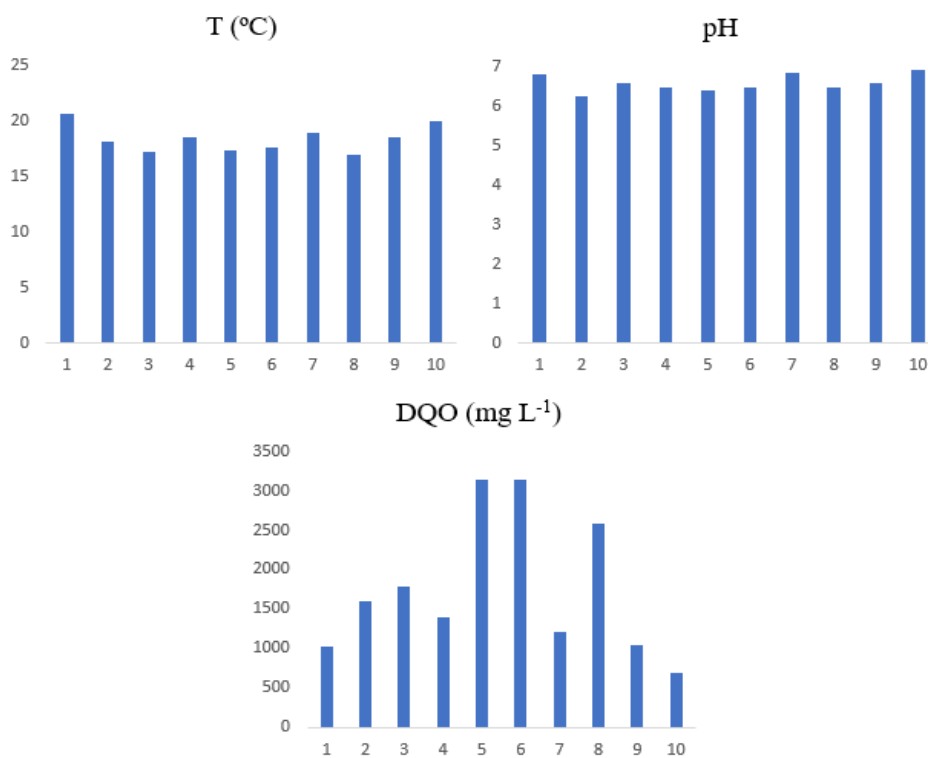
A DQO da fase de cortes expressou valores muito altos e muito baixos. A coleta 8 apresentou 123 mg L⁻¹, e em compensação a coleta 5 teve uma DQO de 5232 mg L⁻¹. Os valores altos surgem devido ao efluente apresentar mais partículas de gordura que são retiradas das peças, podendo ser explicado pelo lote que está sendo processado no momento da coleta. Lotes melhores, com peças contendo uma quantidade de gordura

menor, fazem com que sejam eliminados menos resíduos, tendo um aproveitamento melhor da água utilizada e resultando em uma DQO mais baixa no efluente.

4.6 Efluente gerado na etapa dos Temperados

A área de temperados, por não ser muito grande, utiliza pouca quantidade de água comparada com outros processos. A Figura 7 traz os valores das análises físico-químicas realizadas.

Figura 7 – Temperatura, pH e DQO do efluente dos temperados



Fonte: O Autor (2021)

A temperatura na etapa de temperados variou entre 16,9 e 20,6 °C durante as coletas, mantendo-se entre 17 e 18 °C na maioria delas. Esse processo não utiliza água gelada e quente, sendo aplicada na temperatura ambiente. Segundo Alves e Pedro (2016) a salmoura empregada no processo não deve passar dos 7 °C, mas quando esse resíduo do processo é descartado sua temperatura já está mais elevada devido ao processamento.

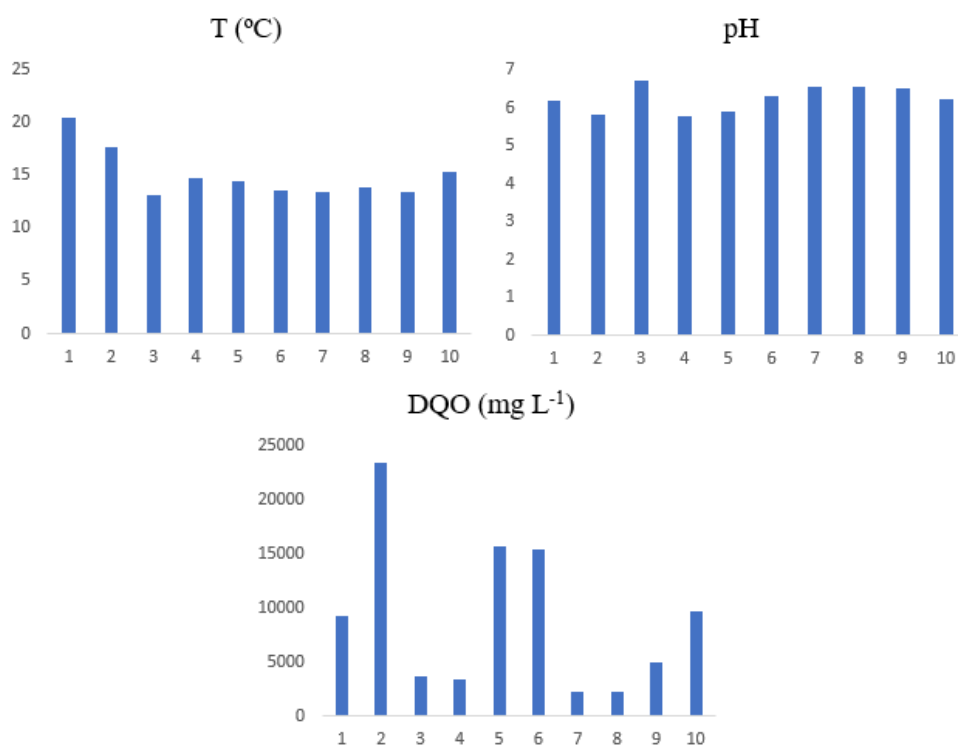
O pH não foi muito diferente das outras etapas, sempre ficando na faixa de 6,5, variando de 6,4 a 6,94. O pH pode sofrer alterações dependendo do processo utilizado nos temperados. Alguns estabilizantes, que possuem a função de melhorar a retenção de água da carne, podem alterar o pH da salmoura utilizada, influenciando o pH final do resíduo eliminado (ALVES e PEDRO, 2016).

A DQO de todas as coletas ficou entre 1020 e 3134 mg L⁻¹, mas com exceção da coleta 10, que o efluente se apresentou mais diluído, com uma DQO de 683 mg L⁻¹. A eliminação da salmoura faz com que a DQO seja elevada, pois nesse efluente podem estar misturados pedaços de carne e gordura, aumentando a concentração de matéria orgânica no efluente. Teste de concentração de sódio pode ser aplicado em efluentes como esse, a fim de saber qual a melhor forma de reduzir essas concentrações antes da eliminação.

4.7 Efluente gerado na etapa de Embutidos

A área de embutidos, produz uma quantidade muito pequena de efluente, mas em todas as coletas foram observados sólidos suspensos grosseiros, o que acaba deixando o efluente muito carregado de matéria orgânica. A figura 8 traz os valores das análises físico-químicas realizadas.

Figura 8 – Temperatura, pH e DQO do efluente dos embutidos.



Fonte: O Autor (2021)

A temperatura dos embutidos variou de 13,5 a 20,4 °C, permanecendo entre 13 e 14 °C na grande maioria das coletas. O processamento de embutidos utiliza água para misturar os produtos, sendo utilizada em temperatura ambiente. Como a carne, que se trata da matéria prima, é refrigerada antes de ser processada, acaba influenciando na temperatura da água que é eliminada nos ralos.

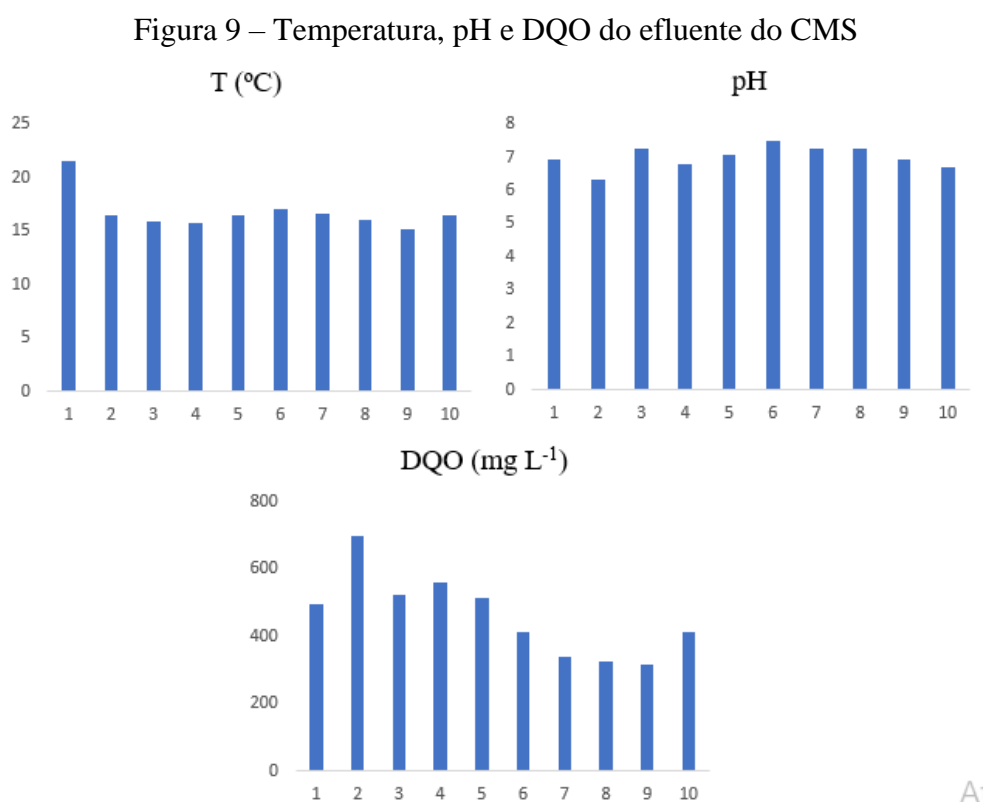
O pH da área de embutidos foi o único que apresentou valores inferiores a 6, variando de 5,8 a 6,57. Esses valores mais baixos podem estar relacionados com alguns condimentos utilizados no processamento da carne. Como são produzidos produtos diferentes, essa variação pode ser maior dependendo dos condimentos e temperos empregados.

Mesmo sendo uma área pequena e produzindo pouco efluente, a etapa de embutidos é a mais problemática trazendo os maiores valores de DQO. Durante as coletas os valores atingiram os extremos, variando de 2210 mg L⁻¹ na coleta 7 a 23508 mg L⁻¹ na coleta 2. Essa diferença nos valores pode ser explicada pelo que está sendo processado no dia e o tipo de ingredientes utilizados. Muitos embutidos utilizam farinha ou proteína

de soja, amido de milho e farinha de trigo em suas composições (CPT, 2009). Parte desses ingredientes utilizados é eliminada nos resíduos líquidos, juntamente com carne e gordura e outros condimentos e temperos utilizados, fazendo com que a DQO dos embutidos seja extremamente alta.

4.8 Efluente gerado na etapa de produção da CMS

Assim como nos embutidos, o CMS gera uma quantidade muito pequena de efluente, sendo muito clarificado e não apresentando partículas sólidas. A Figura 9 traz os valores das análises físico-químicas realizadas.



Fonte: O Autor (2021)

A temperatura do CMS variou de 15 a 21 °C, onde na maioria das coletas esse valor permaneceu entre 15 e 16 °C. Como as carcaças utilizadas nos processos devem ser resfriadas, de 0 a 10 °C dependendo do tempo de armazenagem até o processamento, e a

sala deve se manter com temperaturas abaixo de 10 °C (BRASIL, 2000), o efluente sofrerá influência dessas temperaturas baixas quando eliminado.

O pH do CMS foi o único que ultrapassou o valor de 7, variando de 6,72 a 7,47. Da mesma forma que na área de cortes, a água é utilizada somente para limpar as calhas posicionadas embaixo das esteiras, onde caem impurezas do processo. O pH elevado pode ser devido a resíduos da higienização realizadas em turnos anteriores, mesmo sendo obrigado a limpeza e desinfecção em um intervalo suficiente entre os turnos, para garantir uma higiene completa (BRASIL, 2000).

Como o efluente eliminado nessa etapa se apresenta mais diluído e sem a presença de sólidos suspensos, todos os valores de DQO foram relativamente baixos em comparação a outras áreas, variando de 316 a 697,3 mg L⁻¹. Como o aproveitamento no CMS é muito grande, com apenas os ossos não aproveitados, não ocorre a presença de resíduos de carne e gordura no efluente, fazendo com que os valores sempre permaneçam baixos.

5 CONCLUSÃO

Por meio das análises realizadas, pode-se observar que os valores de temperatura e DQO apresentaram uma alta variabilidade entre os pontos de coleta e dentro dos próprios pontos entre todas as dez coletas. Já os valores de pH não sofreram grande variação, podendo ser considerado uma alteração mínima entre os pontos, com exceção das áreas de embutidos e CMS. A alta variabilidade ocorre pelo fato de a água ser utilizada com diferentes funções na planta de abate, modificando o efluente que é eliminado em cada etapa. De todos os resíduos, o mais poluente se encontra na área de embutidos, com uma carga orgânica muito elevada, fazendo com que o efluente final do abate atinja valores extremos, exigindo a utilização de tratamentos que apresentam uma alta eficiência.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9.800: **critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário**, 1986.

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual**. 2021.

ALVES, C. M.; PEDRO, M. A. M. Processamento de carcaças temperadas de aves. **Revista Científica Unilago**, [s. l.], v. 1, n. 1, 2016.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard Methods of the Examination of Water and Wastewater**. 21 ed. Washington: American Public Health Association, 2005.

AUGUSTO, K. V. Z. Produção de Dejetos; Quantificação e Caracterização. *In*: AUGUSTO, K. V. Z. **Caracterização qualitativa e quantitativa dos resíduos em sistemas de produção de ovos: Compostagem e biodigestão anaeróbia**. 2007. Dissertação (Mestre em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita", [S. l.], 2007.

BEGNINI, B. C.; RIBEIRO, H. B. Plano para redução de carga poluidora em indústrias de laticínios. **Saúde e Meio Ambiente**, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 19 - 30, 2014.

BITTENCOURT, M. V. L.; BARROS, G. S. C. Relações de preço de frango nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, [s. l.], v. 34, ed. 3, p. 147 - 172, 2019.

BORGES, S. A.; MAIORKA, A.; SILVA, A. V. F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, [s. l.], v. 33, n. 5, p. 975 - 981, 2003.

BRASIL. Instrução Normativa n. 4, de 31 de março de 2000 da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha. **Diário Oficial da União**, Brasília, 05 de abril de 2000a, Seção 1, p. 6. Disponível em: <https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/instrucao-normativa-sda-4-de-31-03-2000,662.html>. Acesso em: 28 set. 2021.

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução N° 430, de 13 de maio de 2011. **Ministério do Meio Ambiente**, Brasília, DF, 16 de maio de 2011.

BRASIL. Decreto N° 9013, de 29 de março de 2017. **Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal**, [S. l.], 29 mar. 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9013.htm. Acesso em: 23 set. 2021.

BUSTILLO-LECOMPTE, C. F.; MEHRVAR, M. Slaughterhouse wastewater characteristics, treatment, and management in the meat processing industry: A review on trends and advances. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 161, p. 287 - 302, 15 set. 2015.

CASTRO, R. P. V.; MELLO, V. M.; ALEXANDRE, V. M. F.; CAMMAROTA, M. C. Pré-tratamento físico-químico e enzimático para efluente de abatedouro. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 5, p. 975 - 981, 2019.

CENTRO DE PRODUÇÕES TÉCNICAS. **Principais ingredientes de embutidos**. Viçosa, MG. 2009. Disponível em: <https://www.cpt.com.br/cursos-processamentodecarne-comomontar/artigos/confira-os-principais-ingredientes-de-embutidos>. Acesso em: 17 nov. 2021.

CENTRO DE PRODUÇÕES TÉCNICAS. **Etapas sobre o abate de frango**. Viçosa, MG. 2014. Disponível em: <https://www.cpt.com.br/cursos-avicultura/artigos/etapas-do-abate-de-frango>. Acesso em: 23 set. 2021.

CHERNICHARO, C. A. L.; SILVA, S. Q.; AQUINO, S. F. Considerações práticas sobre o teste de demanda química de oxigênio (DQO) aplicado a análise de efluentes anaeróbios. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 295 - 304, 2006.

CHERNICHARO, C. A. L.; Fundamentos da Digestão Anaeróbia. In: CHERNICHARO, C. A. L. **Reatores Anaeróbios**. 2. ed. Belo horizonte: [s. n.], 2007. cap. 2, p. 31 - 95. ISBN 85-7041-130-8.

CREMONINI, J.; NEDEL, T.; HIGARASHI, M. M. Tratamento de efluentes das indústrias de frigoríficos. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, [s. l.], v. 04, n. 12, p. 124 - 138, 2018.

DEZOTTI, M. Parâmetros para a caracterização de efluentes, qualidade da água de despejo. In: DEZOTTI, M. **Processos e Técnicas para o Controle Ambiental de Efluentes Líquidos**. Rio de Janeiro: E-pappers, 2008. cap. 2, p. 21 - 53.

ERYURUK, K.; UN, U. T.; OGUTVERN, U. B. Electrochemical treatment of wastewaters from poultry slaughtering and processing by using iron electrodes. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 172, p. 1089 - 1095, 20 jan. 2018.

FERREIRA, A. KUNH, S. S.; CREMONEZ, P. A.; DIETER, J.; TELEKEN, J. G.; SAMPAIO, S. C.; KUNH, P. D. Brazilian poultry activity waste: Destinations and energetic potential. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s. l.], v. 81, p. 3081 - 3089, 2018.

FIGUEIREDO, E. A. P.; SCHMIDT, G. S.; AVILA, V. S.; JAENISCH, F. R. F.; PAIVA, D. P. Recomendações técnicas para a produção, abate, processamento e comercialização de frangos de corte coloniais. **Sistemas de Produção**: Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, 2007.

FILHO, E. A. F.; CHUI, Q. S. H. Qualidade de medições e neutralização de efluentes alcalinos com dióxido de carbono. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [s. l.], v. 11, n. 6, p. 169 - 174, 2006.

GAUTO, M. A.; ROSA, G. R. Tratamento de efluentes: Tratamento terciário ou químico. *In*: GAUTO, M. A.; ROSA, G. R. **Processos e Operações Unitárias da Indústria Química**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2011.

GHORBANI, M.; SALEM, S. Solar treatment of sewage discharged from industrial estate for reduction of chemical oxygen demand over Degussa P-25 titania. **Chemosphere**, [s. l.], v. 265, 2021.

HILARES, R. T.; ATOCHE-GARAY, D. F.; PAGAZA, D. A. P.; AHMED, M. A.; ANDRADE, G. J. C.; SANTOS, J. C. Promising physicochemical technologies for poultry slaughterhouse wastewater treatment: A critical review. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, [s. l.], v. 2, 2021.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA (IAT). **Portaria N° 29 DE 06/02/2018**: Estabelece critérios para o Licenciamento Ambiental de empreendimentos de bovinocultura confinada e semiconfinada de leite e de bovinocultura confinada de corte, com aproveitamento econômico, nos termos que especifica. Paraná: Iat, 2018.

KAZMIERCZAK, T.; HOSSA, C. L.; MACCAGNAM, B. M.; COLLET, E. B. Estimativa teórica da produção de biogás a partir do efluente procedente de abatedouros de suínos e aves no município de Videira - SC. **Ignis**, Caçador, v. 5, n. 1, p. 05 - 17, 2016.

KUNZ, A.; STEINMETZ, R. L. R.; AMARAL, A. C.; **Fundamentos da Digestão Anaeróbia, Purificação do Biogás, Uso e Tratamento do Digestato**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Suínos e Aves. Sociedade Brasileira dos Especialistas em Resíduos das Produções Agropecuárias e Agroindustriais – SBERA. Concórdia, 2019.

KUSHWAHA, J. P.; SRIVASTAVA, V. C.; MALL, I. D. Treatment of dairy wastewater by commercial activated carbon and bagasse fly ash: Parametric, kinetic and equilibrium modelling, disposal studies. **Bioresource Technology**, [s. l.], v. 101, p. 3474 - 3483, 2010.

LIMA, D. P. A. Tratamento de águas residuárias do abate de aves. *In*: LIMA, D. P. A. **Avaliação da biodegradação anaeróbia de efluente de abatedouro de aves**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Tecnologia Ambiental) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

LUDTKE, C. B.; CIOCCA, J. R. P.; DANDIN, T.; BARBALHO, P. C.; VILELA, J. A. **Abate humanitário de aves**. Rio de Janeiro: [s. n.], 2010. 120 p. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/arquivos-publicacoes-bem-estar-animal/programa-steps-abate-humanitario-de-aves.pdf>. Acesso em: 24 set. 2021.

MASSÉ, D. I.; MASSE, L. Characterization of wastewater from hog slaughterhouses in Eastern Canada and evaluation of their in-plant wastewater treatment systems. **Canadian Agricultural Engineering**, [s. l.], v. 42, n. 3, 2000.

MENDES, G. A. **Diagnóstico do efluente de um abatedouro de aves visando seu reuso**. 2018. Artigo (Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Centro Universitário de Maringá, Maringá, 2018.

MESS, J. B. R.; GOMES, S. D.; VILAS BOAS, M. A.; FAZOLO, A.; SAMPAIO, S. C. REMOVAL OF ORGANIC MATTER AND NUTRIENTS FROM SLAUGHTERHOUSE WASTEWATER BY USING *Eichhornia crassipes* AND EVALUATION OF THE GENERATED BIOMASS COMPOSTING. **Engenharia Ambiental**, [s. l.], v. 29, n. 3, p. 466 - 473, 2009.

MÓDENES, A. N.; ESPINOZA-QUIÑONES, F. R.; YASSUE, P. H.; PORTO, T. M.; THEODORO, P. S. Aplicação da técnica de eletrocoagulação no tratamento de efluentes de abatedouro de aves. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [s. l.], v. 22, n. 3, p. 571 - 578, 2017.

PEREIRA, E. L.; CAMPOS, C. M. M.; MOTERANI, F. Efeitos do pH, acidez e alcalinidade na microbiota de um reator anaeróbio de manta de lodo (UASB) tratando efluentes de suinocultura. **Ambiente & Água**, Taubaté, v. 4, n. 3, p. 157 - 168, 2009.

RIOS, D. R. **Minidicionário Escolar: Língua Portuguesa**. [S. l.]: DCL, 2010. 544 p.

ROCHA, R. E.; SANTOS, F. C.; ARAÚJO, A. M. L.; SANTOS, A. W.; LOPES, F. L. G. Construção de protótipo de torre de resfriamento para reaproveitamento de efluente dos destiladores de bancada. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE, 7., 2015, Sergipe. **Construção de protótipo de torre de resfriamento para reaproveitamento de efluente dos destiladores de bancada** [...]. São Cristóvão: [s. n.], 2015.

RODRIGUES, L.S.; LOPES, B. C.; LIMA, C. A.; RIBEIRO, M. C.; SANTOS, R. P.; SILVA, I. J. Tratamento de efluentes de abatedouro de frangos por meio de reator UASB seguido de filtro anaeróbio. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [s. l.], v. 68, n. 1, p. 97 - 103, 2016.

SCARAASSATI, D.; CARVALHO, R. F.; DELGADO, V. L.; CONEGLIAN, C. M. R.; BRITO, N. N.; TONSO, S.; SOBRINHO, G. D.; PELEGRINI, R. Tratamento de Efluentes de Matadouros e Frigoríficos. **Fórum de Estudos Contábeis**, São Paulo, v. 3, 2003.

SCHATZMANN, H. C.; GERLOFF, J. Processo de tratamento de água com fins de reúso nos tanques de resfriamento de carcaça de frango. **Revista de Ciência e Tecnologia**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 35 - 53, 2010.

SILVA, S. C.; PINTO, V. A. A.; GUINZELLI, D. C.; LIMA, C. P.; CRUZ, F. G. Operação de abate de frango de corte e medições das temperaturas das carcaças: importância na qualidade da carne. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 3, n. 7, 1 mar. 2021.

SUNADA, N. S. Efluente no processo de abate de frango. *In*: SUNADA, N. S. **Efluente de abatedouro avícola: processo de biodigestão anaeróbia e compostagem**. 2011. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2011.

WELKER, J. S.; ROSA, A. P.; MOURA, D. J.; MACHADO, L. P.; CATELAN, F.; UTTPATEL, R. Temperatura corporal de frangos de corte em diferentes sistemas de climatização. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s. l.], v. 37, n. 8, p. 1463 - 1467, 2008.