

AGRONOMIA, BIOLOGIA E ZOOTECNIA: ESTUDOS FUNDAMENTAIS

VOLUME IV



Frederico Celestino Barbosa

Agronomia, biologia e zootecnia: estudos fundamentais

4^a ed.

Piracanjuba-GO
Editora Conhecimento Livre
Piracanjuba-GO

4ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Barbosa, Frederico Celestino
B238A Agronomia, biologia e zootecnia: estudos fundamentais
/ Frederico Celestino Barbosa. – Piracanjuba-GO

Editora Conhecimento Livre, 2025

117 f.: il

DOI: 10.37423/2025.edcl1107

ISBN: 978-65-5367-638-1

Modo de acesso: World Wide Web

Incluir Bibliografia

1. agronomia 2. biologia 3. zootecnia I. Barbosa, Frederico Celestino II. Título

CDU: 570

<https://doi.org/10.37423/2025.edcl1107>

O conteúdo dos artigos e sua correção ortográfica são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

EDITORIA CONHECIMENTO LIVRE

Corpo Editorial

MSc Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior

MSc Humberto Costa

MSc Thays Merçon

MSc Adalberto Zorzo

MSc Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno

PHD Willian Douglas Guilherme

MSc Andrea Carla Agnes e Silva Pinto

Dr. Walmir Fernandes Pereira

MSc Edisio Alves de Aguiar Junior

MSc Rodrigo Sanchotene Silva

MSc Adriano Pereira da Silva

MSc Frederico Celestino Barbosa

MSc Guilherme Fernando Ribeiro

MSc. Plínio Ferreira Pires

MSc Fabricio Vieira Cavalcante

PHD Marcus Fernando da Silva Praxedes

MSc Simone Buchignani Maigret

Dr. Adilson Tadeu Basquerote

Dra. Thays Zigante Furlan

MSc Camila Concato

PHD Miguel Adriano Inácio

Dra. Anelisa Mota Gregoleti

PHD Jesus Rodrigues Lemos

MSc Gabriela Cristina Borborema Bozzo

MSc Karine Moreira Gomes Sales

Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

MSc Pedro Panhoca da Silva

MSc Helton Rangel Coutinho Junior

MSc Carlos Augusto Zilli

MSc Euvaldo de Sousa Costa Junior

Dra. Suely Lopes de Azevedo

Dr. Francisco Odecio Sales

MSc Ezequiel Martins Ferreira

MSc Eliane Avelina de Azevedo Sampaio

MSc Carlos Eduardo De Oliveira Gontijo

Dr. Rodrigo Couto Santos

Dra. Milena Gaion Malosso

PHD Marcos Pereira Dos Santos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	6
DOENÇA RENAL CRÔNICA EM FELINOS: REVISÃO DE LITERATURA	
Carina Wanchowski Palma	
DOI 10.37423/250409887	
CAPÍTULO 2	38
BOVINOCULTURA DE LEITE - DIMENSÕES DA QUALIDADE NA CADEIA PRODUTIVIDADE LEITEIRA	
Bruna Gabriela Dias de Oliveira	
Eduardo Luiz Meneghetti	
Edilaine da Silva Borges	
Kely Cristina Teixeira Barbosa	
Lucas Belarmino dos Santos Almeida	
Saiane Barros de Souza	
DOI 10.37423/250509927	
CAPÍTULO 3	41
PROCESSOS DE QUALIDADE NA CADEIA PRODUTIVA DO ALFACE	
DANIELLY RANGEI	
AMANDA SANTANA	
JAQUELINE DE SOUZA FERNANDES	
DIONES CALDAS	
NAYARA BENITO	
DOI 10.37423/250509949	
CAPÍTULO 4	53
USO DE APLICATIVO DE CONFORTO TÉRMICO EM INSTALAÇÕES PARA BOVINO DE LEITE	
Vinicius De Oliveira Branco	
Sílvia Regina Lucas de Souza	
Leda Gobbo de Freitas Bueno	
Cleber Alexandre de Amorim	
Eduardo Torres Mendes da Silva	
Davi Rodrigo de Miranda	
Daniel Sá Freire Lamarca	
DOI 10.37423/250509961	

CAPÍTULO 5 66

PESPECTIVAS FUTURAS E INOVAÇÕES NA TECNOLOGIA BIOFLOCOS

Maria Luiza Rodrigues de Souza
Anna Beatriz de Carvalho Martins
Flávia Luiza Lavach
Filipe Antônio Monteiro
Gabriela Hernandez Cangianelli
Rafael Rusth Costa Texeira
Adyel Kenned Souza Freitas
Denise Costa dos Santos
Aline de Oliveira e Silva
Gislaine Gonçalves Oliveira
Diogo de Oliveira Marques
Adriana Ferreira da Silva

DOI 10.37423/250509984

CAPÍTULO 6 87

ESTUDO DA CINÉTICA DE SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA DAS POLPAS DE ABACAXI E JACA

Patrícia de Souza Rodrigues
Claudinéia Aparecida Queli Geraldi
Sumaya Ferreira Guedes
Raquel Aparecida Loss

DOI 10.37423/250510023

Capítulo 1



10.37423/250409887

DOENÇA RENAL CRÔNICA EM FELINOS: REVISÃO DE LITERATURA

Carina Wanchowski Palma

UNITAU



Resumo: A doença renal crônica (DRC) é caracterizada pela redução sustentada da taxa de filtração glomerular ou pela evidência de dano renal contínuo por mais de três meses, afetando principalmente felinos geriátricos. Essa condição provoca danos progressivos e irreversíveis, resultando na diminuição das funções renais. Os sinais iniciais mais comuns incluem poliúria e polidipsia, que podem evoluir para alterações gastrointestinais devido ao aumento de metabólitos no sangue, além de anorexia, perda de massa muscular, hipotermia, letargia e prostração. O diagnóstico é realizado principalmente por meio de exame físico e exames complementares, como dosagem sérica de ureia e creatinina, urinálise, relação proteína/creatinina urinária e exames de imagem, como ultrassonografia e radiografia. É importante destacar que o diagnóstico da DRC frequentemente ocorre de forma tardia. O objetivo do presente trabalho é conceituar autores renomados e apresentar informações relevantes sobre a doença renal crônica em felinos, integrando diferentes referências e enriquecendo o conhecimento sobre o tema. A intervenção precoce é fundamental para preservar a função renal, retardar a progressão da doença e minimizar os sinais clínicos, proporcionando assim uma melhor qualidade de vida aos pacientes. Adotar uma abordagem integrada e multidisciplinar é fundamental para otimizar o manejo da DRC, promovendo não apenas a longevidade dos felinos afetados, mas também a qualidade de vida, minimizando os impactos da doença sobre o bem-estar animal e o vínculo com seus tutores.

Palavras-chave: Rins; Diagnóstico; Felinos.

1 INTRODUÇÃO

O início da relação entre os pequenos felinos e o homem começou a cerca de quinze mil anos atrás, na região do Crescente Fértil, localizada no Oriente Médio. Ao longo da história da civilização, as pessoas sobreviveram por muito tempo apenas da caça e da coleta de frutos selvagens. Essa situação incerta, por competição entre grupos e escassez de recursos, levou ao início do cultivo de plantas e a domesticação dos animais (Watson et al., 2011, p. 103).

Com isso, diferentemente dos grandes felinos da região, os leopardos e chitas que eram perseguidos por representarem uma ameaça ao rebanho de animais domesticados, os gatos selvagens possuíam a permissão de frequentar o mesmo espaço que o homem. Esses pequenos felinos caçavam roedores e pragas indesejadas, estabelecendo um beneficiamento mútuo para ambas as partes. Inicialmente, eles apareciam durante a noite, longe dos olhares humanos, mas com o tempo começaram a ganhar regalias, entre elas água e comida, reforçando ainda mais a aproximação desses animais, resultando no início da complexa relação gato-homem existente até os dias atuais (Watson et al., 2011, p. 103).

Atualmente, no contexto brasileiro, verifica-se um crescimento significativo na preferência dos tutores pelos felinos. Embora os cães ainda sejam os animais de companhia com maior número, dados de 2012 da Associação Brasileira de Indústria de Produtos para Animais de Estimação indicam um aumento significativo de 16,3% na aquisição de felinos. Esse aumento pode ser atribuído à mudança no estilo de vida da população e à crescente verticalização dos grandes centros urbanos, levando os tutores a optarem por animais mais independentes e adaptáveis a espaços menores.

Nesse contexto, os médicos veterinários têm buscado especializações na área de felinos, pois estes animais possuem enfermidades e comportamentos específicos, motivando ainda mais o estudo sobre a espécie e as doenças que os afetam. Dessa forma, é de extrema importância salientar que a doença renal crônica (DRC) é uma das enfermidades que mais acomete os felinos, ocorrendo em 35% a 50% dos animais com meia idade ou idosos, causando alterações generalizadas e, conseqüentemente, diminuindo a expectativa de vida do paciente (Boehringer, 2022).

A DRC é definida pela presença de alteração renal persistente, durante um período superior a três meses, sendo caracterizada pela perda definitiva e irreversível de massa funcional e estrutural de um ou ambos os rins, levando à progressiva destruição dos néfrons, causando disfunção renal (Crivellenti et al., 2021, p. 325).

O objetivo do presente trabalho é conceituar autores renomados e apresentar informações relevantes sobre a doença renal crônica em felinos, integrando diferentes referências e enriquecendo o conhecimento sobre o tema.

2 METODOLOGIA

O presente estudo foi desenvolvido por meio de uma revisão bibliográfica. A pesquisa inclui a seleção de materiais acadêmicos, leitura análise de livros, artigos de revistas científicas, teses e dissertações. O trabalho resulta em uma descrição que visa promover reflexões e debates acadêmicos, uma vez que a doença é uma comorbidade comum na rotina de atendimento clínico veterinário e frequentemente diagnosticada tardiamente.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 SISTEMA URINÁRIO DOS FELINOS

O sistema urinário dos felinos domésticos é dividido em superior e inferior. O superior é composto pelos rins direito e esquerdo e pelos ureteres, enquanto o inferior inclui a vesícula urinária e a uretra. Os rins desempenham funções essenciais para o equilíbrio do organismo, realizando o processo de filtração e eliminação dos produtos metabólicos. Eles são responsáveis pela formação da urina, pelo equilíbrio ácido - básico, reabsorção de água, manutenção da concentração de potássio no meio extracelular e produção hormonal. Os ureteres, por meio do peristaltismo, encaminham o produto filtrado para ser armazenado na vesícula urinária. Durante a micção ocorre a contração muscular da bexiga para eliminação da urina pela uretra para o meio externo (McGavin et al., 2013, p. 1554, 1605 e 1606).

3.1.1 ANATOMIA RENAL

Os rins são órgãos vitais para a manutenção e bom funcionamento do organismo. Anatomicamente (Fig. 1), essas estruturas são encontradas em pares e estão situadas na região sublombar, possuindo uma superfície lisa com uma tonalidade que varia de avermelhada a marrom. Nos felinos, os rins apresentam um formato reniforme, semelhante a um grão de feijão e cada um deles está localizado em um lado da coluna vertebral. Em comparação com os cães, os rins dos felinos são maiores em proporção e grau de espessura, além de serem mais curtos (Singh, 2019, p. 172).

O rim direito (RD) geralmente está situado abaixo das três primeiras vértebras lombares e a sua extremidade cranial tem contato direto com o fígado, causando uma impressão nesse órgão. A porção caudal do RD tem proximidade com a musculatura sublombar, pâncreas, duodeno e glândula suprarrenal direita. Em contrapartida, o rim esquerdo (RE) possui mais mobilidade que o contralateral direito, devido à expansão do estômago durante a alimentação, empurrando-o para baixo, já que o peritônio se insere fragilmente a esse órgão. Este rim ocupa o espaço abaixo da segunda à quarta vértebra lombar, podendo deslocar uma vertebra sentido caudal, quando o estômago estiver repleto. Além disso, há contato com outras estruturas, como, musculatura sublombar, cólon, baço, lateral esquerda do pâncreas e glândula suprarrenal esquerda. Ambos os rins são revestidos pelo peritônio, conferindo-lhes uma posição anatômica retroperitoneal (Getty, 1986, p. 1481).

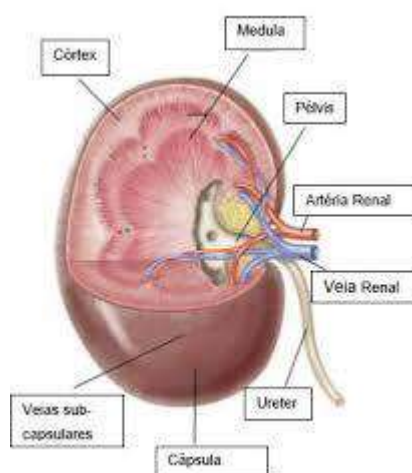
A superfície renal possui um formato arredondado, sendo formada por regiões denominadas faces (dorsal e ventral), margens (lateral e medial) e pólos (cranial e caudal). O seio renal é composto pela união dos cálices maiores e menores e forma um recuo da margem medial, originando a região da pelve renal. Essa formação compõe o hilo, onde se originam os ureteres e se inserem as artérias, veias e nervos (Konig et al., 2016, p. 401).

O sangue bombeado pelo coração chega até os rins por meio da artéria aorta, que se ramifica na cavidade abdominal, originando a artéria renal, que encaminha o sangue advindo da aorta para ser filtrado pelos rins. No final da artéria renal, encontra-se o hilo renal, onde o sangue atravessa para o interior do órgão. Nos rins a artéria renal se divide em arteríolas e, posteriormente, em duas redes de capilares, rede glomerular e tubular. Os emaranhados de capilares são responsáveis pela filtração do sangue, realizando a reabsorção dos elementos essenciais para a circulação. Entretanto, os dejetos metabólicos são eliminados pelos ureteres para que ocorra a excreção junto com a urina (Konig et al., 2016 p. 404 – 406; Klein, B. G., 2014, p. 1161).

Os órgãos abdominais dos gatos recebem inervação do sistema nervoso autônomo, por meio do plexo celíaco, que iniciam na medula espinal, se reorganizam no plexo e seguem até os tecidos. Os rins possuem feixes do sistema nervoso simpático, advindos do plexo celíaco, em associação com a artéria aorta. Esses nervos pós-ganglionares atravessam o hilo junto com a artéria e a veia renal, para o interior do órgão. Os feixes mediam as atividades realizadas pelos néfrons e a vascularização renal, auxiliando na hemodinâmica, no transporte tubular e na liberação do hormônio renina (Konigh et al., 2016, p. 406; Dukes et al., 2017, p. 362 – 367).

A parte interna dos rins, denominada parênquima, é constituída pelo córtex e medula renal, que seguem uma proporção de 1;2 ou 1;3 nos animais domésticos, sendo visíveis macroscopicamente na secção transversal do órgão. A parte mais externa do parênquima compõe o córtex, caracterizado pela cor marrom-avermelhada e por seu aspecto granular. Em gatos adultos, devido à grande quantidade de lipídios nas células epiteliais tubulares, há uma alteração da coloração do córtex, aparecendo mais amarelada. Por outro lado, a medula renal possui uma cor acinzentada e pode ser subdividida em duas porções: externa e interna, próxima ao córtex e a pelve, respectivamente. Nos felinos, a medula possui uma única papila circundada pelos cálices menores, que aderidos formam os cálices maiores, formando a pelve renal (Dukes et al., 2017, p. 361 - 362; McGavin et al., 2013, p. 1544 - 1545).

Figura 1 - Esquema anatômico renal de felinos.



Fonte - Lume UFRGS, 2017.

3.1.2 FISILOGIA RENAL

Os rins desempenham diversas funções essenciais à manutenção da homeostase orgânica, como filtração sanguínea e consequente excreção de metabólitos pela urina, bem como a reabsorção de substâncias essenciais como água, glicose, eletrólitos e proteínas de baixo peso molecular. Além disso, realizam a secreção, metabolização, síntese ou excreção de hormônios, como a renina, que atua na regulação da pressão arterial sistêmica, a eritropoetina, que estimula a medula óssea a produzir eritrócitos e o calcitriol, que influencia diretamente a absorção de cálcio pelo intestino e regula a mineralização óssea (Klein, B. G., 2014, p. 1161; Crivellenti et al., 2021, p. 54).

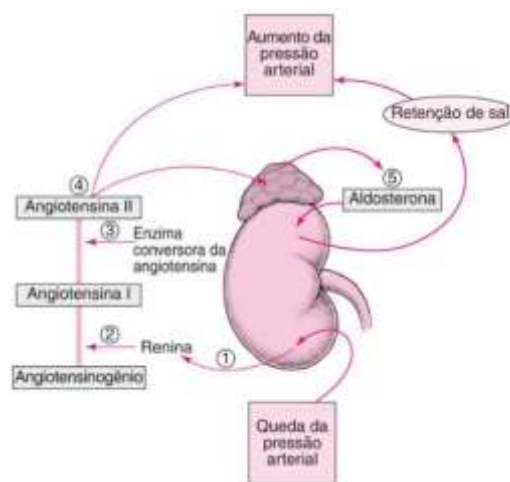
Essas funções são realizadas por células dispostas em uma unidade funcional localizada na região cortical dos rins, os néfrons, que são compostos pelos glomérulos e por segmentos tubulares renais,

onde o sangue é filtrado, sendo separadas as substâncias que serão reabsorvidas e os dejetos metabólicos que serão eliminados pela urina para o meio externo (Crivellenti et al., 2021, p. 55).

A formação da urina começa quando o plasma ultrapassa a barreira da filtração glomerular. As fenestrações do capilar glomerular conferem porosidade e permeabilidade para a filtração. Entretanto, alguns componentes sanguíneos e proteínas com peso molecular a partir de 60.000 dáltons são mantidos no plasma e retirados do conteúdo denominado de ultrafiltrado. Devido à presença de proteoglicanos com carga elétrica negativa, as proteínas presentes no plasma que possuem cargas elétricas negativas, como a albumina, são repelidas do filtrado glomerular e são excretadas em menor quantidade na urina (Crivellenti et al., 2021, p. 55).

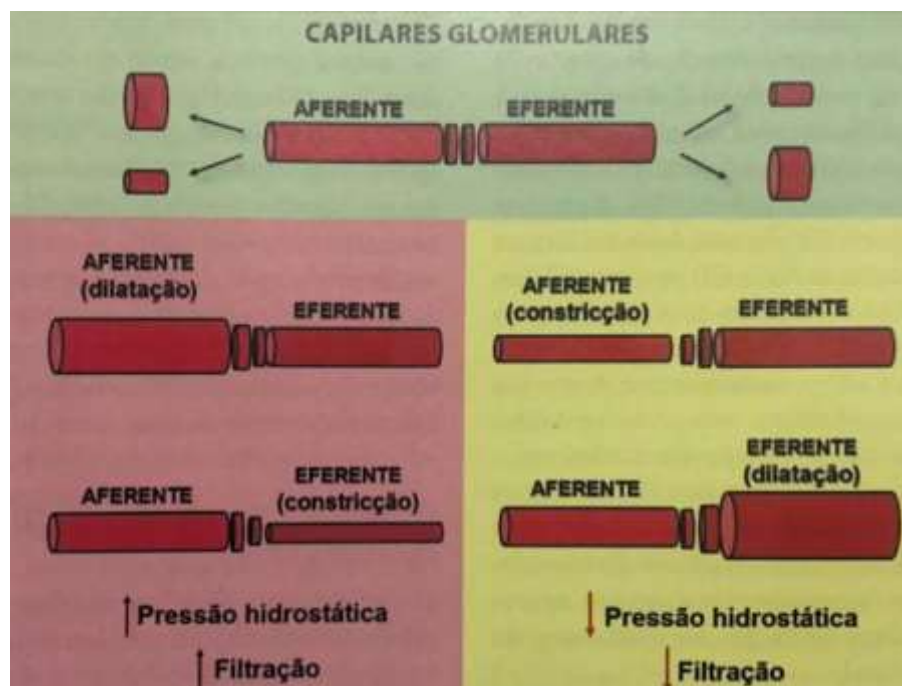
A taxa de filtração glomerular (TFG) é considerada o exame de função renal mais específico sendo indicado para avaliar as alterações renais e auxiliar no estadiamento da doença renal crônica. Fisiologicamente, 20% a 30% do fluxo plasmático renal compõe o filtrado glomerular. Além disso, o sistema renina angiotensina aldosterona (Fig. 2) influencia diretamente a reabsorção de sódio e retenção e reabsorção de água, causando mudanças na vasomotricidade das arteríolas e na pressão arterial. Quando ocorre dilatação da arteríola aferente, o fluxo sanguíneo aumenta, elevando a TFG (Fig. 3). Quando há vasoconstrição, o fluxo sanguíneo renal diminui, ocasionando a redução da TFG (Fig. 3). Existem várias causas para a diminuição da TFG, como a desidratação e a hipotensão acentuadas. Em casos de diminuição acentuada das proteínas plasmáticas causada por desnutrição grave, síndrome nefrótica e insuficiência hepática, há aumento da TFG (Crivellenti et al., 2021, p. 56; R. Heiene et al., 2013; JERICÓ et al., 2014, p. 4067).

Figura 2 - Esquematização do sistema renina angiotensina aldosterona relacionado aos rins.



Fonte - MSD manuals, 2021.

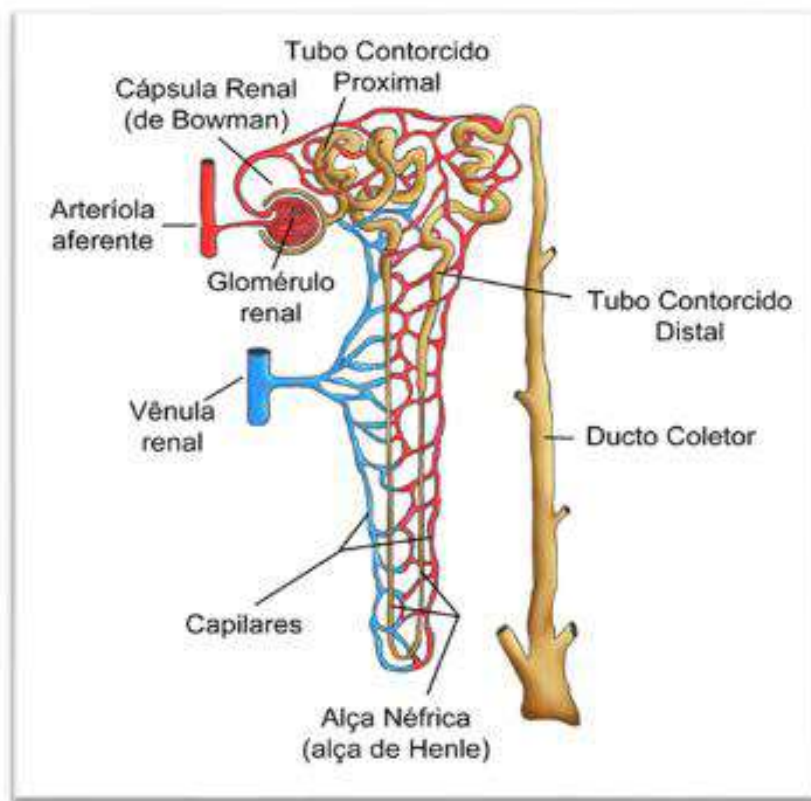
Figura 3 - Efeitos da vasoconstrição e vasodilatação das arteríolas aferente e eferente.



Fonte - Tratado de nefrologia e urologia em cães e gatos, 2021.

O rim possui dois leitos capilares representados pelos vasos presentes no corpúsculo renal e pelos capilares peritubulares (Fig. 4). Nos capilares glomerulares o processo de filtração renal é favorecido quando ocorre aumento da pressão hidrostática. Em contrapartida, nos capilares peritubulares o sangue perfundido proveniente do glomérulo, associado a baixa pressão hidrostática e alta pressão oncótica promove a reabsorção do ultrafiltrado contido nos túbulos contorcidos proximais (Fig. 4) (Crivellenti et al., 2021, p. 55).

Figura 4 - Representação esquemática do néfron, arteríolas aferente e eferente, capilares peritubulares e ducto coletor.



Fonte - USP Disciplinas, 2021.

Quanto à reabsorção tubular, é necessário que as células transportadoras apresentem um epitélio polarizado para realizar a passagem de água e demais solutos para os capilares, podendo ser um processo ativo ou passivo. O processo ativo, ou seja, com gasto energético, é responsável por movimentar o sódio do meio intracelular para o meio extracelular simultaneamente com a movimentação de potássio do meio extracelular para o interior da célula, garantindo a concentração ideal das moléculas no organismo. Associado a esse fator, a secreção das moléculas em conjunto com o transporte de solutos (exceto sódio), para os capilares peritubulares permite a excreção adequada por meio da urina (Crivellenti et al., 2021 p. 59).

Além disso, existem outras forças capazes de auxiliar na reabsorção de solutos, como por exemplo, os gradientes eletroquímicos, hidrostáticos e oncóticos (Crivellenti et al., 2021 p. 60).

Abordando especificamente os felinos, há uma particularidade da espécie. Esses animais apresentam uma notável característica em sua unidade funcional renal, caracterizada por uma densidade mais elevada de néfrons, aproximadamente 175.000, que são compostos de segmentos tubulares

justaglomerulares localizados profundamente na camada medular, conferindo aos felinos uma capacidade excepcional de concentração de urina. Esta característica fisiológica é associada a uma menor frequência de poliúria e isostenúria em casos de doença renal crônica (DRC) quando comparados aos cães. Essa peculiaridade da anatomia renal felina tem importantes implicações clínicas e pode influenciar os métodos de diagnóstico e tratamento de condições renais (Jericó et al., 2014, p. 4067).

3.2 DOENÇA RENAL CRÔNICA EM FELINOS DOMÉSTICOS

3.2.1 ETIOLOGIA

Na medicina veterinária, assim como na medicina, a Doença Renal Crônica (DRC) é caracterizada por uma redução sustentada na taxa de filtração glomerular (TFG <60 ml/min/1,73 m²) ou pela evidência de dano renal contínuo por mais de três meses. Parâmetros semelhantes são utilizados para diagnosticar a DRC em felinos, exigindo a comprovação de dano renal funcional ou estrutural mantido por pelo menos três meses (Sparkes et al., 2016). Esta condição é comum entre os felinos, afetando cerca de 2 a 4% da população mundial de gatos domésticos, e aumenta significativamente para 30 a 40% em gatos com mais de 10 anos de idade (Kongtasai et al., 2022).

A DRC resulta de uma série de fatores que comprometem progressivamente a função renal. Esse processo é muitas vezes silencioso, com manifestações clínicas surgindo após um longo período, resultando em um diagnóstico tardio e em estágios mais avançados da doença. Trata-se de uma injúria progressiva e irreversível que leva à perda das unidades morfofuncionais dos rins e à cicatrização severa do parênquima renal. Isso impede a execução das atividades renais endócrinas e metabólicas, comprometendo significativamente a saúde do paciente (McGavin et al., 2013, p. 1558 - 1563). Clinicamente, os fatores responsáveis pelo desenvolvimento da azotemia nos felinos são classificados como pré-renais, renais e pós-renais. Os fatores pré-renais estão associados a distúrbios circulatórios que reduzem o fluxo plasmático para o tecido renal, diminuindo a filtração glomerular, como hipotensão arterial, hipovolemia causadas por hemorragias e diarreia. Já os fatores renais estão relacionados aos danos na estrutura dos rins, como necrose tubular, nefrites túbulo-intersticiais, pielonefrites, glomerulonefrites e necrose cortical, comprometendo a função renal. Por fim, os fatores pós-renais ocorrem devido à obstrução do trato urinário inferior por cálculos, coágulos, trauma ou tumores (McGavin et al., 2013, p. 1559 – 1562).

Nos felinos, as doenças renais primárias responsáveis pelo desenvolvimento da DRC são diversas e frequentemente idiopáticas (Tab. 1). Entre elas, destaca-se a nefrite tubulointersticial, caracterizada pela resposta inflamatória linfoplasmocitária, que leva à cicatrização do parênquima renal (Little, 2016, p. 1378 - 1379).

Tabela 1 - Causas de doença renal crônica em felinos domésticos.

Nefrite intersticial crônica de etiologia desconhecida
Hidronefrose secundária a ureteronefrólitos
Nefropatia hipopotassêmica
Doença renal policística
Neoplasia
Hipercalcemia decorrente de hipervitaminose D
Nefrotoxicose
Glomerulonefrite crônica
Pielonefrite crônica
Amiloidose
Peritonite infecciosa felina seca: nefrite intersticial piogranulomatosa
Poliarterite nodosa

Fonte - O gato: Medicina Interna, 2016.

3.2.2 PREVALÊNCIA

A prevalência da DRC nos felinos domésticos, embora não seja tão bem documentada quanto na medicina, tem sido objeto de estudos que indicam um aumento significativo com o avanço da idade. Estima-se que aproximadamente 4% dos gatos são afetados por essa comorbidade, mas essa taxa sobe para cerca de 40% em gatos com mais de 10 anos e chega a afetar até 80% dos felinos geriátricos (Roura, 2019; O'Neill et al., 2014). Além disso, a probabilidade do surgimento da DRC aumenta em animais que apresentam fatores de risco, que podem ser causais ou não causais. Os fatores causais influenciam diretamente no desenvolvimento da doença, de forma que sua prevenção pode evitar o surgimento da DRC. Já os fatores não-causais, por sua vez, estão relacionados à causalidade reversa, apresentando uma resposta variável (Roura, 2019).

Com o avançar da idade, ocorrem mudanças fisiológicas relacionadas ao envelhecimento. Essas alterações progressivas resultam da redução da capacidade do organismo em lidar com estresses fisiológicos, imunológicos e ambientais. À medida que os felinos envelhecem, a resposta do organismo torna-se menos eficaz, enquanto aumenta a incidência de certas doenças, como a doença renal crônica. (Pittari et al., 2009).

3.2.3 FISIOPATOGENIA

A DRC é a doença metabólica de maior incidência na clínica de felinos (Lima, C. et al., 2022). Para compreender a sua fisiopatogenia, é importante determinar quais fatores de risco podem contribuir para a indução e a progressão da doença, sendo imprescindível diferenciar a causalidade das doenças que causam uma nefropatia secundária para estabelecer um tratamento mais eficaz (Crivellenti et al., 2021, p. 326).

Os elementos de causalidade determinam a relação entre causa e consequência, estando normalmente associados a alterações pré-renais ou renais, senilidade, doenças renais juvenis, hipertensão arterial, obstrução do trato urinário, pielonefrite e neoplasias renais. No entanto, existem doenças que ocorrem concomitantemente com as alterações renais e são classificadas como alterações por associação, onde uma alteração primária desencadeia alterações no trato urinário superior, como por exemplo, doenças endócrinas, cardíacas, neoplásicas, imunomediadas, nefrolitíase e periodontites (Crivellenti et al., 2021, p. 326).

Esses fatores resultam na perda de néfrons e consequente diminuição da taxa de filtração glomerular (TFG). No entanto, na tentativa de manter o equilíbrio fisiológico, os néfrons remanescentes se hipertrofiam e causam a vasoconstrição da arteríola eferente. Isso provoca uma hipertensão no interior do glomérulo, possibilitando a estabilização da TFG. Por essa razão, nos estágios iniciais da doença, os biomarcadores renais não apresentam alterações (Crivellenti et al., 2021, p. 326).

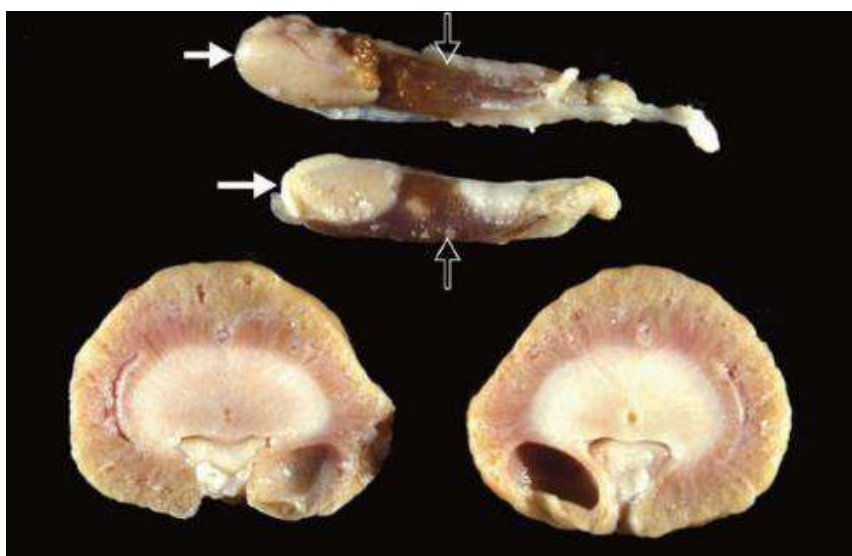
À medida que esse mecanismo compensatório de hipertrofia avança, a doença progride para os próximos estágios, levando à glomeruloesclerose, que permite a filtração e menor reabsorção de proteínas. A proteinúria predispõe a lesões tubulointersticiais, além de causar toxicidade direta induzida por citocinas, degradação de proteínas, inflamação dos néfrons e, consequentemente, uma perda ainda maior dessa unidade funcional renal (Crivellenti et al., 2021, p. 326).

Há diversas consequências desse círculo vicioso de perda de néfrons e mecanismo compensatório, como o aumento da pressão arterial sistêmica (HAS) devido à ativação do sistema renina-angiotensina-

aldosterona (SRAA) decorrente da constrição da arteríola. Além disso, ocorre proteinúria, anemia normocítica normocrômica arregenerativa, de causas multifatorias, podendo estar correlacionada a desequilíbrios nutricionais e sangramentos no trato gastrointestinal. A anemia também pode ocorrer pela deficiência do hormônio eritropoetina (EPO), devido à perda de massa renal, além de deficiência de ferro (Valente, 2019). Ademais, nos estágios iniciais da doença, há presença de poliúria, causando desidratação. Como forma de compensar essa perda, ocorre polidipsia (Crivellenti et al., 2021, p. 328).

Os rins são responsáveis por filtrar e excretar as substâncias tóxicas do organismo. Quando o paciente apresenta DRC de forma aguda, ocorre acúmulo de metabólitos tóxicos ao organismo, como creatinina e ureia, resultando em toxemia urêmica devido à diminuição da TFG, e impedindo os rins de excretarem substâncias tóxicas em grande quantidade (Crivellenti et al., 2021, p. 328). O aumento de ureia, principalmente, causa disfunção plaquetária e presença de úlceras, podendo ocorrer sangramento do trato gastrointestinal e anemia decorrente dessa perda sanguínea (Little, 2016, p. 960). Além do acúmulo da ureia e de creatinina, há desequilíbrios de outros eletrólitos, sendo observados hiperfosfatemia, hipocalcemia, hiperparatireoidismo secundário renal (Fig. 5), osteopenia e alterações cardiovasculares, como a hipertensão (Little, 2016, p. 137; Cabrera et al., 2023). Além disso, pode ocorrer hipocalcemia, devido à êmese, diarreia e poliúria, causando o sinal clínico de ventroflexão cervical (Fig. 6), decorrente da hipocalcemia (Little, 2016, p. 70).

Figura 5 - Glândulas tireoides, PTGs e rins de felino de 7 anos com DRC secundária a nefropatia calipênica. Córtices renais irregulares com cisto próximo à pelve renal. Hormônio paratireoidiano elevado, com setas indicando PTs aumentadas por HPT renal.



Fonte - Dr. Larry Nagode, 2019.

Figura 6 - Felino doméstico apresentando sinal clínico de ventroflexão cervical.



Fonte - O gato: Medicina Interna, 2016.

3.2.4 CLASSIFICAÇÃO EM ESTÁGIOS DA DRC

A Sociedade Internacional de Interesse Renal (IRIS) propôs a classificação da DRC em estágios I, II, III e IV, com o objetivo de auxiliar no monitoramento da evolução clínica do paciente, fornecer recomendações sobre o tratamento adequado para cada caso e estabelecer o prognóstico. O estágio da doença é determinado a partir do biomarcador sérico creatinina, que é produzido a partir da degradação da creatina e do fosfato de creatina no músculo. Assim, as elevações nas concentrações séricas desse biomarcador refletem tanto a massa muscular do paciente quanto a TFG. Também é utilizado o biomarcador denominado de dimetilarginina simétrica (SDMA) que auxilia no diagnóstico precoce da doença, sendo possível diagnosticar doenças renais quando ocorre perda de aproximadamente 25% dos néfrons.

Nos felinos, o estágio I é caracterizado pela DRC não azotêmica, geralmente com valores normais ou ligeiramente aumentados de creatinina sérica ($< 1,6\text{mg/dL}$) e níveis normais ou pouco aumentados de SDMA no sangue (14 a $18\mu\text{g/dL}$). No entanto, o paciente apresenta alterações detectáveis durante o exame físico, como rins irregulares à palpação, morfologia alterada no ultrassom, proteinúria persistente observada na urinálise ou diminuição da densidade urinária. Esses sinais indicam a presença de uma doença renal subjacente, mesmo na ausência de azotemia (Grauer, 2019).

No estágio II da DRC, observa-se azotemia discreta, com os níveis de creatinina próximos ao limite superior (1,6 a 2,8mg/dL). Além disso, há também um leve aumento do SDMA sérico (18 a 25µg/dL), associado à diminuição da TFG. Os sinais clínicos são geralmente brandos ou ausentes, mas podem incluir polidipsia compensatória, poliúria, perda de peso e apetite seletivo, além de aumento nos níveis séricos de fósforo e uma leve desidratação (Grauer, 2019).

No estágio III, com a progressão da doença, ocorre azotemia de grau moderado (2,9 a 5,0mg/dL) e aumento considerável do SDMA sérico (26 a 38µg/dL), causando sinais clínicos mais severos. A capacidade dos rins de reabsorver água é reduzida significativamente, juntamente com a diminuição da TFG, resultando em poliúria severa e polidipsia compensatória. No entanto, a poliúria excede a polidipsia compensatória, causando desidratação grave. Essa desidratação severa causa episódios de constipação e prostração, agravando o estado clínico geral do paciente (Grauer, 2019).

No estágio IV, ocorre azotemia renal grave, caracterizada pela creatinina sérica acima de 5mg/dL e SDMA acima de 39µg/dL. Nesta fase, a função renal está extremamente reduzida, causando manifestações clínicas severas, como desnutrição, desidratação, inapetência, halitose e alterações neurológicas devido ao acúmulo de compostos metabólicos não excretados. Além disso, os pacientes tornam-se refratários à terapia de suporte, não respondendo aos tratamentos disponíveis, havendo piora do quadro clínico (Grauer, 2019).

Figura 7 - Concentrações séricas de creatinina para classificação de DRC em felinos domésticos.

Concentrações de creatinina sérica (mg/dl)	Estágio 1 (DRC não azotêmica)	Estágio 2 (Não azotemia a azotemia leve)	Estágio 3 (Azotemia renal moderada)	Estágio 4 (Azotemia renal grave)
Gatos	<1,6	1,6-2,8	2,9-5,0	>5,0

Fonte - International Renal Interest Society (IRIS), 2023.

Figura 8 - Concentrações séricas de SDMA para classificação de DRC em felinos domésticos.

Concentrações séricas de SDMA (mg/dl)	Estágio 1 (DRC não azotêmica)	Estágio 2 (Não azotemia a azotemia leve)	Estágio 3 (Azotemia renal moderada)	Estágio 4 (Azotemia renal grave)
Gatos	<18	18-25	26-38	>39

Fonte - International Renal Interest Society (IRIS), 2023.

3.2.5 SINAIS CLÍNICOS

A gravidade da doença, juntamente com os sinais clínicos, geralmente refletem a extensão da perda da função renal. Inicialmente, os sinais mais comuns são poliúria e polidipsia compensatória, que ocorrem como resultado da deterioração renal progressiva (Fig. 9) (Fig. 10). À medida que a doença avança para estágios mais graves (Figura 9), os sinais clínicos tornam-se mais evidentes (Ettinger et al., 2017, p. 4697).

A uremia, caracterizada pelo acúmulo de substâncias tóxicas no sangue devido à disfunção renal pode causar alterações no trato gastrointestinal, como náuseas, vômitos, estomatite, necrose nas bordas da língua, hálito urêmico, diarreia, melena ou hematoquezia. Além dessas alterações gastrointestinais, outros achados clínicos frequentes são anorexia (Fig. 10), perda de massa muscular, hipotermia, letargia, prostração, tremores musculares, pericardite e pneumonite urêmica, hipertensão, osteodistrofia renal, tendência a hemorragias e alterações comportamentais, como consumo excessivo de água, excesso de urina e apetite seletivo. Esses sinais clínicos, quando observados em conjunto, são indicativos do estágio e da gravidade da doença, refletindo o nível de perda funcional dos rins e a necessidade de intervenção terapêutica e estadiamento da doença (Ettinger et al., 2017, p. 4697).

Figura 9 - Felina, SRD, 7 anos, diagnosticada com doença renal crônica em estágio inicial, sem apresentação de sinais clínicos perceptíveis



Fonte - Imagem do próprio autor, 2019.

Figura 10 - Felina, SRD, 8 anos, apresentando anorexia severa e outras manifestações clínicas, após progressão da DRC



Fonte - Imagem do próprio autor, 2020.

3.3 DIAGNÓSTICO

3.3.1 DIAGNÓSTICO LABORATORIAL

Deve-se considerar que os pacientes podem apresentar diferentes graus de comprometimento morfológico ou funcional dos rins, além de variações nas condições físicas e nos exames laboratoriais. Portanto, a realização de exames laboratoriais é fundamental para o diagnóstico da DRC, possibilitando o início do tratamento de suporte e o acompanhamento regular necessário (Crivellenti et al., 2021, p. 329).

No primeiro estágio da doença, os pacientes normalmente apresentam diminuição na concentração urinária, proteinúria persistente e alterações morfológicas. Nesse caso, um dos exames de predileção é a urinálise, que é um método eficaz, que permite realizar a avaliação de coloração, aspecto, odor e densidade, em conjunto com a análise química e sedimentoscopia (Grauer, 2019).

Segundo recomendações da IRIS, o volume de urina coletado deve ser de 2,0mL a 5mL. A análise da urina deve ser realizada em até 60 minutos, mantendo a amostra em temperatura ambiente para evitar oscilações na mensuração do pH, gravidade específica e formação de cristais *in vitro* devido à temperatura e ao tempo de armazenamento. Além disso, recomenda-se que a coleta seja realizada no período de jejum hídrico, permitindo uma melhor avaliação da gravidade específica da urina para permitir uma mais acurada da capacidade de concentração urinária do paciente.

Outros métodos de avaliação da capacidade de filtração renal incluem os biomarcadores séricos de ureia e creatinina, que permitem avaliar a unidade funcional dos rins, bem como a taxa de filtração glomerular e de excreção. A creatina, produzida no fígado e no pâncreas, é transportada ao músculo esquelético, onde é utilizada como fonte de energia para a produção de ATP e contração muscular, resultando na creatinina como molécula residual. A creatinina fornece uma medida da massa muscular do paciente e da capacidade de filtração glomerular dos rins (Grauer, 2019; Crivellenti et al., 2021, p. 183). Já a ureia é um composto nitrogenado derivado da formação de amônia decorrente da desaminação de aminoácidos. A conversão de amônia em ureia ocorre no fígado, e uma pequena parte é excretada pelos rins na urina, reduzindo a toxicidade ao organismo (Gonzáles, 2022). Esses biomarcadores são importantes indicadores da DRC em felinos e devem ser interpretados considerando a massa muscular do paciente, os achados da urinálise e o exame físico completo, descartando azotemia por causas pré ou pós-renais, e permitindo a classificação do estágio da doença para um tratamento de suporte mais adequado (Grauer, 2019).

A dimetilarginina simétrica sérica (SDMA) é um biomarcador capaz de diagnosticar precocemente a DRC e monitorar a capacidade funcional dos rins. Esse componente é proveniente da metilação intranuclear da L-arginina por metiltransferases de proteína-arginina, sendo liberado na circulação após a proteólise e eliminado principalmente pela depuração renal. O SDMA é útil no diagnóstico precoce, pois estudos comprovam que ele apresenta alterações nos níveis muito antes da azotemia identificada pela creatinina. Normalmente, valores acima de 14 µg/dL podem indicar uma doença renal crônica precoce, permitindo o início de protocolos para estadiar o quadro clínico do paciente. No entanto, essas alterações nos níveis de SDMA devem persistir por pelo menos três meses para confirmar o diagnóstico (Grauer, 2019).

A proteinúria de origem glomerular ocorre devido à perda de integridade ou dano à parede glomerular, além de hipertensão intraglomerular, enquanto a proteinúria de origem tubular resulta do comprometimento da reabsorção tubular de proteínas do filtrado glomerular (Grauer, 2019). A

eliminação de proteínas pela urina ocorre, mas apenas proteínas de baixo peso molecular e aquelas com cargas elétricas positivas ou neutras, como a albumina, são eliminadas em pequena quantidade. O exame de proporção de proteína/creatinina na urina (UPC) é mais específico para determinar a presença e excreção de proteína na urina (Fig. 11), variando conforme a espécie. A creatinina é um excelente parâmetro para estimar a taxa de filtração glomerular, e a concentração de creatinina na urina reflete diretamente a quantidade total de soluto presente. Com isso, ao comparar a taxa de excreção de creatinina com a quantidade de proteína na urina usando a UPC, é possível mensurar a quantidade de proteína perdida independentemente do volume total de urina produzido (Castro et al., 2009; Grauer, 2019).

A creatinina é um produto metabólico proveniente da utilização da creatina e da fosfocreatina, no tecido muscular, para obtenção de energia. Essa substância caminha pela circulação sanguínea para ser filtrada no tecido renal, a qual não sofre reabsorção tubular. Assim, existe uma relação de proporção entre a creatinina e a TFG, visualizada nos primeiros estágios da DRC, onde há mudanças significativas na taxa de filtração glomerular, enquanto ocorre ligeiras alterações na medição da creatinina (Elliott et al., 2017 p. 130 a 132). Entretanto, a concentração plasmática desse metabólito tem relação direta com a massa muscular do animal, ocorrendo a diminuição da concentração se houver perda no tecido muscular, outro fator influente é a alimentação, dieta rica em proteína aumenta a creatinina sérica. Além disso, a eliminação dessa substância acontece, também, por via trato gastrointestinal, portanto, todos esses fatores devem ser levados em consideração para estudo da creatinina (Elliott et al., 2017 p. 130 a 132).

A depuração da creatinina é igual a TFG, pois essa substância não sofre reabsorção ou secreção tubular, sendo a estimativa desse parâmetro feita por meio da contabilização do volume plasmático total filtrado a cada minuto (Chew et al., 2011 p. 39). O clearance de creatinina é caracterizado pelo estudo da relação entre a excreção urinária, durante 24 horas, e a concentração plasmática dessa substância, sendo mensurada através da fórmula (Fig. 12) (Rennó et al., 2000). Visto isso, existem dois métodos diferentes para obtenção da CCR, por meio da determinação da creatinina endógena, sendo indicado para suspeita de doença renal apresentando poliúria e polidipsia, mas com concentração normal de ureia e creatinina. E a determinação da creatinina exógena, onde há aplicação dessa substância anteriormente ao teste, conseguindo resultados mais fidedígnos (Chew et al., 2011 p. 39).

Outro exame responsável por auxiliar no tratamento da doença, é o hemograma em conjunto com a contagem de reticulócitos, visto que a anemia arregenerativa normocítica normocrômica é uma

complicação recorrente no felino doente renal crônico, normalmente decorrente de causas multifatoriais. Assim, é importante identificar a causa base da anemia para estipular um diagnóstico condizente e eficaz (Iris Kidney, 2023).

Figura 11 - Classificação de proteinúria por espécie, por meio do exame de UPC

Proporção de proteína/creatinina na urina (UPC)	Classificação
< 0,2	Não proteinúria
0,2-0,4 (gatos); 0,2-0,5 (cães)	Proteinúria limítrofe
> 0,4 (gatos); > 0,5 (cães)	Proteinúria

Fonte - IRIS KIDNEY, 2023.

Figura 12 - Fórmula para cálculo do exame de clearance de creatinina

$$\text{Ccr (mL/min./kg)} = \frac{\text{Ucr (mg/mL)} \times \text{Uv (mL)}}{\text{Scr (mg/mL)} \times \text{T (min)}} \times \text{p. c. (kg)}$$

Onde:

Ccr = *clearance* de creatinina

Ucr= concentração urinária de creatinina

Uv= volume de urina

Scr= concentração sérica de creatinina

T= tempo em minutos

p. c.= peso corporal

Fonte - Brum, A. M, 2007.

A partir do diagnóstico da DRC, a gasometria arterial (GA) ou gasometria venosa (GV), juntamente com a dosagem dos eletrólitos, são fundamentais para compreender a intensidade de distúrbios ocasionados pela enfermidade e direcionar o tratamento suporte do paciente. Essas avaliações permitem obter dados sobre as funções metabólicas e renais, que podem revelar desequilíbrios ácido-base ou hidroeletrólíticos. Na hemogasometria, os principais parâmetros obtidos incluem os gases sanguíneos, permitindo identificar valores de pH sanguíneo, níveis de bicarbonato (HCO₃) e pressão parcial de dióxido de carbono (PCO₂). Já na avaliação dos eletrólitos plasmáticos, verifica-se as

concentrações de sódio, potássio, cloro e cálcio ionizado, além da importância de avaliar o fósforo sérico (Sanderson, 2012; Vetex, 2023).

No procedimento de coleta de sangue para avaliação dos gases, é recomendado realizar a coleta de forma anaeróbica, utilizando heparina como anticoagulante. Além disso, é essencial efetuar a vedação e análise adequada da amostra em até 15 minutos após a coleta, a fim de evitar alterações nas tensões dos gases sanguíneos. Ao correlacionar os resultados da gasometria e dos eletrólitos com o quadro clínico do paciente, é possível caracterizar o prognóstico da doença e realizar uma intervenção suporte, objetivando oferecer uma qualidade de vida ao paciente e estadiamento da doença renal crônica (Garcia, 2011; Polzin et al., 2005; Silva, 2006).

3.3.2 DIAGNÓSTICO POR IMAGEM

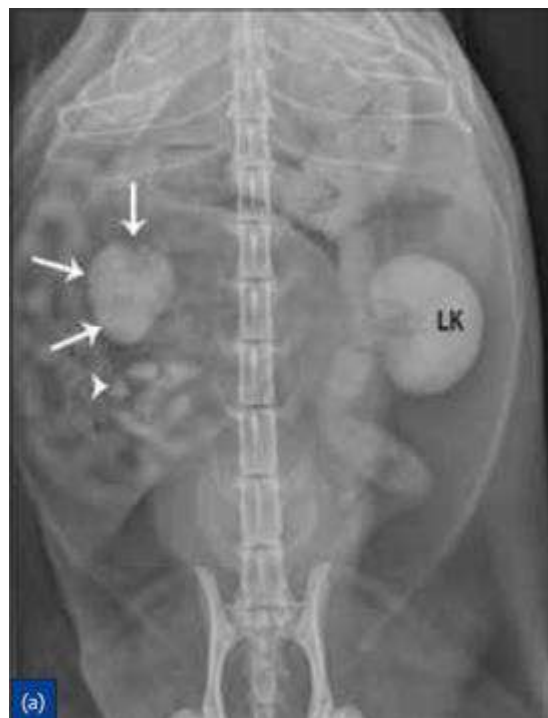
O exame radiográfico com contraste (Fig. 13) fornece informações sobre o tamanho, forma, opacidade dos rins e doenças associadas. Esse par de órgão está relacionado com as vértebras lombares, as quais servem de referência para avaliação do comprimento renal. Assim, o tamanho normal dos rins alcança da L1 até a L4 (3,0 e 4,3 cm), nos felinos domésticos, outro ponto importante a ser analisado é o formato, sendo o ovalado/ arredondado o comum para essa espécie (Thrall, 2014, p.1517). Nos felinos, há melhor visualização dos rins pela presença de gordura separando o rim direito do fígado, além da maior mobilidade em relação a espécie canina, assim, o tamanho da estrutura renal é mais bem mensurado na projeção ventrodorsal, uma vez que a lateral amplia a imagem do rim superior (Dennis et al., 2010 p. 236 e 298 – 301; Thrall, 2015, p. 1516 - 1518). Visto isso, o tamanho dos rins sofre alteração durante o percurso da doença renal crônica e as imagens auxiliam na classificação e diagnóstico (Thrall, 2014, p. 1517). Usualmente, a doença renal crônica acomete ambos os rins, gerando imagens radiográficas com características irregulares e deformadas, dimensões atrofiadas e mineralização, por outro lado, o grau de comprometimento pode ser diferente entre os dois órgãos, sendo visualizado assimetria no exame RX (Elliott et al., 2017, p. 84 e 89).

Tabela 2 - Diagnósticos diferenciais para mudanças no tamanho e forma dos rins

	Rins discretamente aumentados e contorno liso	Rins diminuídos, contornos lisos ou irregulares
Bilateral	Lesão renal aguda Pielonefrite aguda Desvio portossistêmico congênito Amiloidose Acromegalia	Doença renal crônica Desenvolvimento hipoplásico ou displásico
Unilateral	Hipertrofia compensatória Neoplasia Abscesso ou hemorragia subcapsular	Doença renal crônica Atrofia secundária a obstrução

Fonte – Livro Diagnóstico de radiologia veterinária, 2019, p. 1527

Figura 13 - Urograma excretor ventrodorsal de 10 minutos de uma fêmea felina com 11 anos de idade. Rim direito (seta) diminuído, com margem externa irregular.



Fonte – Elliott et al., 2017.

As alterações renais compreendem uma das complicações mais comuns na saúde dos felinos domésticos, e para solucionar esse problema a avaliação ultrassonográfica é o exame de imagem de escolha para diagnosticar possíveis danos no tecido renal. Essa modalidade tem relevância por ser uma opção acessível financeiramente, proporcionando visualizações mais precisas quando comparada a imagem radiográfica desse órgão (Debruyn et al., 2012).

O procedimento ultrassonográfico nos gatos (Fig.14), com finalidade de estudo dos rins, usa transdutores lineares de alta frequência (7,5–10 MHz). As imagens dinâmicas, obtidas das estruturas perirrenais, córtex, medula, hilo e vasos sanguíneos, são estudadas por vistas transversais e longitudinais. O plano longitudinal fornece informações sobre o tamanho e o formato do rim, mas também, permite o estudo da definição corticomedular. Por outro lado, o plano transversal, possibilita a melhor visualização para detectar dilatação pélvica (Elliott et al., 2017).

O parênquima renal pode ser diferenciado pelo córtex com maior ecogenicidade, quando comparado a medula renal, por dispor de um número maior de células, as quais possuem acúmulo natural de vacúolos de gordura. Essa característica específica dos felinos, contribuem para o aumento da ecogenicidade dessa região (Debruyne et al., 2012).

Nesse sentido, a visualização da DRC no exame ultrassonográfico aparece pela característica diminuída dos rins com bordas delineadas irregularmente, aspecto esse presente no estágio final da doença. A ecogenicidade do córtex e da medula renal, apresenta-se normal ou aumentada, como representado na figura 13 com pouca distinção do espaço corticomedular e da arquitetura renal (Debruyne et al., 2012).

Figura 14 - Imagem ultrassonográfica dos rins (esquerdo e direito), corte transversal, demonstrando o aumento da ecogenicidade cortical renal.



Fonte - Revista de Ciência Veterinária e Saúde Pública, 2008.

3.4 TRATAMENTO

3.4.1 TRATAMENTO SUPORTE

Com base nas recomendações da International Renal Interest Society (IRIS) atualizadas no ano de 2023, para tratar a DRC em felinos de maneira eficaz, é essencial realizar um diagnóstico preciso, utilizando anamnese detalhada, exame físico e exames complementares. A identificação do estágio da doença é crucial para adaptar as intervenções de forma individualizada, com o objetivo de preservar a função renal, retardar a progressão da enfermidade e minimizar os sinais clínicos, proporcionando assim uma melhor qualidade de vida ao paciente felino. É fundamental considerar as particularidades de cada paciente e o grau de comprometimento renal ao planejar o tratamento, garantindo uma abordagem terapêutica que atenda às necessidades específicas de cada caso.

De acordo com a classificação da doença, as principais orientações para os estágios I e II, em que os pacientes não apresentam sinais clínicos extra-renais, incluem suspender medicações potencialmente nefrotóxicas, identificar e tratar anomalias de origem pré ou pós-renal, realizar exames de imagem para excluir condições tratáveis como pielonefrite e obstruções, além de acompanhar a pressão arterial e a razão proteína-creatinina urinária (Iris Kidney, 2023). Por outro lado, alguns pacientes nesse estágio podem apresentar alterações na capacidade de concentração urinária, resultando em desidratação. Nesse contexto, é de extrema importância estimular a ingestão hídrica na rotina diária e corrigir possíveis perdas de líquidos durante o atendimento clínico, dando preferência à utilização de soluções isotônicas, como o ringer com lactato, administradas por via intravenosa ou subcutânea.

Em pacientes que apresentem hipertensão arterial durante a monitoração da pressão arterial sistólica (PAS), é importante realizar intervenções que permitam uma PAS abaixo de 160 mmHg e minimizar os danos em órgãos-alvo extra-renais, como sistema nervoso central (SNC), retina e coração. Uma estratégia eficaz para reduzir a pressão arterial, envolve o uso de bloqueadores dos canais de cálcio (BCC), como o besilato de anlodipino (0,125 a 0,25 mg/kg SID), que atua na vasculatura periférica para diminuir a resistência vascular sistêmica, ou bloqueadores do receptor de angiotensina (ARB), como o telmisartan (2 mg/kg SID). Caso a pressão arterial não seja estabilizada com o uso isolado das medicações, é possível associá-las para obter um resultado satisfatório. No entanto, é importante ter cautela em pacientes desidratados, pois essa combinação pode provocar uma diminuição abrupta na taxa de filtração glomerular. Além disso, em felinos hipertensos, essa terapia geralmente é utilizada de forma contínua, sendo necessário monitorar a pressão arterial a cada três meses para

acompanhamento do paciente e ajustes de dose, quando necessário (Iris Kidney, 2023; Evangelista, 2023).

A partir dos estágios III e IV da doença renal crônica (DRC), os sinais clínicos tornam-se mais evidentes e graves. Nesse contexto, a terapêutica deve incluir tanto o tratamento específico quanto o sintomático e de suporte. A principal meta da terapia específica é retardar a progressão da doença, empregando antibióticos em casos de DRC secundária a pielonefrite, anti-hipertensivos, dietas apropriadas, abordagens cirúrgicas e medicamentos destinados a reverter lesões renais de causas primárias. Por outro lado, o tratamento sintomático e de suporte visa corrigir complicações em desenvolvimento e aliviar sinais clínicos, como proteinúria, distúrbios eletrolíticos, acidose metabólica, êmese, anorexia, diarreia, desidratação e úlceras orais. Isso pode envolver correções eletrolíticas por infusões contínuas, ajustes dietéticos, uso de protetores gástricos, antieméticos, alimentação enteral por sonda e medicações de suporte (Reis, C., 2017; Iris Kidney, 2023).

Em conclusão, a gestão da DRC em estágios avançados requer uma abordagem integrada que combine tratamento específico para retardar a progressão da doença com intervenções sintomáticas para melhorar a qualidade de vida do animal. A implementação eficaz dessas estratégias pode resultar em um melhor controle dos sinais clínicos e uma prolongação do bem-estar dos felinos afetados (Iris Kidney, 2023; Duhart, 2017)

3.4.2 TRATAMENTO NUTRICIONAL

Em conjunto com o tratamento suporte, é fundamental ajustar a dieta do paciente para manter o equilíbrio dos eletrólitos alterados e garantir uma nutrição adequada. As dietas para felinos com doença renal visam reduzir a produção de subprodutos proteicos, prevenir os sinais e complicações da uremia, retardar a progressão da doença e evitar o acúmulo de fósforo e sódio, suprimindo as necessidades calóricas através de fontes adequadas de gordura e carboidratos (Jericó et al., 2014, p. 1142).

Além disso, é fundamental considerar a ingestão hídrica como parte do ajuste nutricional, bem como garantir a oferta adequada de energia (kcal) para manter a condição corporal do paciente, visando prevenir a perda muscular e preservar a função imunológica. Nos casos de disorexia não responsiva ao tratamento medicamentoso, a colocação de uma sonda esofágica torna-se necessária tanto para uma nutrição balanceada, quanto para administração de água e medicamentos. Assim, é importante que a reavaliação nutricional seja contínua e baseada no monitoramento do peso, no escore de

condição corporal, no índice de massa muscular, na estabilidade do estágio da DRC conforme a classificação IRIS, e nas concentrações séricas de fósforo e albumina (Crivellenti et al., 2021, p. 337).

Em relação à alimentação oferecida, há diferentes opções de dietas, sendo elas comerciais ou caseiras, balanceadas de acordo com a necessidade de cada paciente. Atualmente, há diversas dietas comerciais disponíveis para cães e gatos com DRC (Fig. 15), cada uma com diferentes valores calóricos, exigindo cálculos específicos para determinar a quantidade ideal a ser fornecida. É fundamental que o manejo alimentar seja feito corretamente, priorizando a troca gradual da ração, ou seja, misturando a ração antiga com a nova, permitindo uma adaptação adequada (Crivellenti et al., 2021, p. 337).

Figura 15 - Dietas comerciais indicadas para o manejo nutricional de pacientes com DRC.

Dietas comerciais	Fabricante	EM (kcal/g)
Premier Nutrição Clínica Renal Cães	Premier Pet	4,07
Premier Nutrição Clínica Renal Gatos	Premier Pet	4,07
Royal Canin Renal Canine	Royal Canin	4,03
Hill's Prescription Diet Canine k/d	Hill's Pet Nutrition	4,02
Equilibrio Veterinary Renal Gatos	Total Alimentos	4,00
Vet Life Formula Renal	Farmina Pet Food	4,00
Royal Canin Renal Special Feline	Royal Canin	3,99
Equilibrio Veterinary Renal Cães	Total Alimentos	3,93
Hill's Prescription Diet Feline k/d	Hill's Pet Nutrition	3,93
Royal Canin Renal Feline	Royal Canin	3,91

Fonte - Livro: Tratado de nefrologia e urologia em cães e gatos, 2021.

Já com relação as dietas caseiras terapêuticas para pacientes renais devem ser cuidadosamente balanceadas e são uma alternativa eficaz para felinos que apresentam comorbidades, tornando inviável o uso de rações renais comerciais. Nessas situações, é essencial utilizar fontes de proteínas de alta qualidade, o que diminui a ingestão de aminoácidos não essenciais e consequentemente, reduz a produção de resíduos nitrogenados, retardando a progressão da azotemia e manifestação da uremia (Crivellenti et al., 2021, p. 339).

É fundamental que a formulação da dieta caseira seja realizada por um profissional especializado, pois estudos indicam que muitos tutores acabam alterando as quantidades e os ingredientes recomendados, o que pode levar à descompensação da doença a longo prazo. Para minimizar esse risco, uma alternativa segura é contratar empresas especializadas na produção de alimentos caseiros

para animais de estimação, com base nas restrições prescritas pelo médico veterinário. (Crivellenti et al., 2021, p. 339).

3.5 PROGNÓSTICO

O objetivo principal do estadiamento da DRC, baseado na classificação dos estágios a partir da creatinina sérica, com posterior subestadiamento, a partir da avaliação da pressão arterial sistêmica e presença de proteinúria, é auxiliar no estabelecimento do diagnóstico, da terapia adequada para o grau da doença e do prognóstico (Duhart, 2017).

Os principais fatores que influenciam o prognóstico em pacientes com DRC, incluem a natureza da doença renal subjacente, a gravidade e a duração dos sinais clínicos, além das complicações associadas à toxemia. A possibilidade de recuperação da função renal, especialmente em casos de condições pré-renais, pós-renais e renais adquiridas, também é crucial. Outros aspectos importantes são a extensão da destruição da função renal, a rapidez com que a doença progride, com ou sem intervenção terapêutica, e a idade do paciente. (Duhart, 2017; Polzin et al., 2005).

Assim, segundo Jericó et al., os felinos em estágio I e II apresentam uma progressão mais lenta da doença, podendo ter sobrevida de meses a anos. Já felinos que sejam considerados doentes renais em grau III e IV, possuem uma sobrevida de 778 dias e 103 dias, respectivamente. Entretanto, esse prognóstico pode variar, considerando que a taxa de progressão da doença apresenta diferenças particulares entre cada paciente, qualidade de cuidados médicos e grau de dedicação do tutor.

4 CONCLUSÃO

A doença renal crônica (DRC) em felinos domésticos é uma patologia multifatorial, progressiva e irreversível, que demanda uma abordagem abrangente para diagnóstico e estadiamento. Este trabalho explorou os aspectos fisiológicos e anatômicos dos rins dos gatos, incluindo a função glomerular e tubular, além de métodos diagnósticos, como a avaliação de biomarcadores e exames de imagem. Também foram discutidos cuidados paliativos, que visam melhorar a qualidade de vida e o bem-estar dos pacientes acometidos.

Para o manejo eficaz da DRC, é essencial que o médico veterinário classifique o grau da doença utilizando o sistema IRIS, que fornece uma estrutura padronizada para estadiamento. Essa classificação, em conjunto com um exame físico minucioso e a realização de exames complementares, como hemograma, bioquímica sérica e urinálise, é crucial para auxiliar no diagnóstico e prognóstico.

Além disso, a identificação de comorbidades e a avaliação da função renal residual permitem a definição do tratamento mais apropriado, que pode incluir intervenções dietéticas, terapia medicamentosa e monitoramento contínuo da evolução da doença.

Adotar uma abordagem integrada e multidisciplinar é fundamental para otimizar o manejo da DRC, promovendo não apenas a longevidade dos felinos afetados, mas também a qualidade de vida, minimizando os impactos da doença sobre o bem-estar animal e o vínculo com seus tutores.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

WATSON, P SANDERSON, J. G Small Wild Cats: The Animal Answer Guide. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2011.

ABINPET. Mercado PET BRASIL. 2012. Disponível em: https://abinpet.org.br/wp-content/uploads/2022/11/abinpet_folder_dados_mercado_2022_draft4_web.pdf. Acesso em: 06 mai. 2024.

BOEHRINGER. Doença renal crônica dos gatos de meia idade ou idosos, 2022. Disponível em: <https://www.boehringer-ingelheim.com/br/doenca-renal-cronica-atinge-ate-50-dos-gatos-idosos#:~:text=Boehringer%20Ingelheim-,Doen%C3%A7a%20Renal%20Cr%C3%B4nica%20atinge%20at%C3%A9%2050%25%20dos,em%20meia%20idade%20ou%20idosos&text=M%C3%A9dica-veterin%C3%A1ria%20da%20Boehringer%20Ingelheim,de%20meia%20idade%20ou%20idosos>
Acesso em: 08 mai. 2024

CRIVELLENTI, Leandro Z.; GIOVANINNI, Luciano H. Tratado de nefrologia e urologia em cães e gatos. São Paulo: MedVet, 2021.

MCGAVIN, M. D. et al., Bases da Patologia em Veterinária. 5ª. ED Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. E-book (3669) ISBN. 978-85-352-5039-8.

SINGH, B. Tratado de Anatomia Veterinária. Rio de Janeiro: Elsevier, 5ª ED. 2019.

GETTY, R Anatomia dos Animais Domésticos. 5ª ED. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1986. E-book (884) ISBN. 978-85-277-1438-9.

KONIG et al., Anatomia dos Animais Domésticos. 6ª ED Porto Alegre: Artmed. 2016. E-book (824) ISBN. 9783794528332.

KLEIN, B. G. et al., Tratado de Fisiologia Veterinária. 5ª ED. Rio de Janeiro: Elsevier. 2014. E-book (1599) ISBN. 978-85-352-7102-7.

DUKES, H. H REECE, W. O Fisiologia dos Animais Domésticos. 13ª ED Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2017. E-book (1594) ISBN. 978-85-277-3135-5. Disponível em: Dukes _ Fisiologia dos Animais - William O. Reece.pdf Acesso em: 18 jun. 2024.

HEIENE et al., Taxa de filtração glomerular em cães e gatos. IRIS - International Renal Interest Society, 2013. Disponível em: <http://www.iris-kidney.com/education/education/gfr.html>. Acesso em: 19 jul. 2024.

JERICÓ. Tratado de Medicina Interna de Cães e Gatos. Roca, 2014.

SPARKES, A. H CANEY, S et al ISFM consensus guidelines on the diagnosis and management of feline chronic kidney disease. Journal of Feline Medicine and Surgery. Bridgewater. v. 18, n. 3, p. 219-239, Março 2016. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/epub/10.1177/1098612X16631234>
Acesso em: 29 set. 2024.

KONGTASAI, T et al Renal biomarkers in cats: a review of the current status in chronic kidney disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. Kentucky, v. 36, n. 2, p. 379-396, Janeiro 2022. Disponível: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/jvim.16377> Acesso em: 29 set. 2024.

LITTLE, S. E. O gato: medicina interna. Editora Roca, 2016.

ROURA. Fatores de risco para DRC. 2019. Disponível em: http://www.iris-kidney.com/education/education/risk_factors.html

O'NEILL, D. G CHURCH, D. B et al Prevalence of disorders recorded in cats attending primary-care veterinary practices in England *The Veterinary Journal*. Adelaide. v. 202, n. 2, p. 286-291, Novembro 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2014.08.004> Acesso em: 07 set. 2024.

PITTARI, J. RODAN, I. et al American Association of Feline Practitioners: Senior Care Guidelines. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. Bridgewater. v. 11, n. 9, p. 763-778, Setembro 2009. Disponível em: [10.1016/j.jfms.2009.07.011](https://doi.org/10.1016/j.jfms.2009.07.011) Acesso em: 07 set. 2024.

LIMA, C. et al., Aspectos clínicos, fisiopatológicos e laboratoriais do paciente felino com doença renal crônica: Relato de caso. *PUBVET*, 16(2), 1–4, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v16n02a1038.1-4>. Acesso em: 05 jul. 2024.

VALENTE. Relatos de casos de felinos com doença renal crônica atendidos no hospital Mário Dias Teixeira. 2019. Disponível em: https://veterinaria.ufra.edu.br/images/tcc-defendidos/TCC_Keila_Feitososa_Valente.pdf Acesso em: 19 set. 2024.

CABRERA et al., Hiperparatireoidismo secundário nutricional em felino doméstico: Relato de caso. 2023. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/10879/4646> Acesso em: 22 set. 2024.

GRAUER, Gregory F. Utilidade da creatinina, UPC e SDMA no diagnóstico precoce da DRC em cães e gatos. *IRIS - International Renal Interest Society*, 2019. Disponível em: http://www.iris-kidney.com/education/education/utility_creatine_early_diagnosis_ckd.html. Acesso em: 19 jul. 2024.

ETTINGER, S. J. et al., Tratado de Medicina Interna Veterinária. São Paulo: Manole, 2017.

GONZÁLEZ. Introdução à bioquímica clínica veterinária. ePub rev., atual. e ampl. Porto Alegre: [s.n.], 2022. ISBN 978-65-00-43160-5. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/237269>. Acesso em: 19 jul. 2024.

CASTRO, Maria Cristina N. et al. Avaliação da relação proteína-creatinina urinária em gatos com doença renal crônica. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, SciELO Brasil, 24 nov. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pvb/a/mZCr9sdJRwmPLqkCJFzJzJG/?lang=pt#>. Acesso em: 19 jul. 2024.

SANDERSON, L. G., Gasometria arterial. 2012.

VETEX. Hemogasometria. 2023. Disponível em: <https://vetex.vet.br/wp-content/uploads/2023/01/hemogasometria-versao-digital-vetex-laboratorio-veterinario.pdf> Acesso em: 25 jul. 2024

GARCIA. Avaliação laboratorial da função renal de cães e gatos, 2011. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/31604/1/Fernanda%20Figueiredo%20Garcia_R1.pdf Acesso em: 05 ago. 2024.

SILVA, R. D. Avaliação dos distúrbios ácido-base e eletrolíticos de cães com cetose e cetoacidose diabética. 2006. 61 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

THRALL, D. E Diagnóstico de radiologia veterinária. 6^a ed Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. E-book (1894) ISBN. 978-85-352-7961-0. Disponível em: <file:///C:/Users/Cliente/Downloads/Diagnostico%20de%20Radiologia%20Veterin%C3%A1ria%20-%20Donald%20E.%20Thrall.pdf> Acesso em: 06 ago. 2024.

DENNIS, R et al Handbook of Small Animal Radiology and Ultrasound. 2^a ed Newmarket: Elsevier. 2010. E-book (370) ISBN. 978-0-7020-2894-6. Disponível em:

<file:///C:/Users/Cliente/Downloads/Handbook%20of%20Small%20Animal%20Radiology%20and%20Ultrasound%202ed.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2024.

ELLIOTT, J GRAUER, G. F WESTROPP, J. L BSAVA Manual of Canine and Feline Nephrology and Urology. 3^a ED Gloucestershire: British Small Animal Veterinary Association. 2017. E-book (370) ISBN. 978-1-905319-94-7. Acesso em: 02 set. 2024.

DEBRUYN, K. HAERS, H. et al Ultrasonography of the feline kidney: Technique, anatomy and changes associated with disease. Journal of Feline Medicine and Surgery. Bridgewater. v. 14, n. 11, p. 794 - 803, Novembro 2012. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/epub/10.1177/1098612X12464461> Acesso em: 02 set. 2024.

EVANGELISTA. Principais Características Fisiopatológicas e Tratamentos em Felinos com Doença Renal Crônica. Disponível em: <https://doi.org/10.17.921/1415-6938.2023v27n2p213-221> Acesso em: 06 set. 2024.

REIS, C. Trabalho de conclusão do curso de especialização em clínica médica de felinos domésticos. 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/148190/001001314.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 06 set. 2024.

DUHART. O manejo clínico da doença renal crônica no paciente felinos, de acordo com o estadiamento da International Renal Interest Society (IRIS). 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/170531/001050723.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 08 set. 2024.

POLZIN, D. J. et al. Chronic kidney disease. In: ETTINGER, S.J.; FELDMAN, E.C. Textbook of veterinary internal medicine. St. Louis: Elsevier Saunders, 2005. Acesso em: 10 set. 2024.

PRIETO, W. S ADAMS, G. P et al Caracterização ultrassonográfica renal ao modo B de gatos de meia idade à idosos. Revista de Ciência Veterinária e Saúde Pública. Paraná. v.6, n. 2, p. 310-321, Março 2019. Disponível em: <file:///C:/Users/Cliente/Downloads/45912-Texto%20do%20artigo-751375169196-1-10-20190730.pdf> Acesso em: 12 set. 2024.

IRIS KIDNEY. Treatment recommendations for CKD in cats. 2023. Acesso em: 20 set. 2024.

RENNÓ, L. N. et al., Concentração plasmática de uréia e excreções de uréia e creatinina em novilhos. Revista Brasileira de Zootecnia. Minas Gerais, v. 29, n.4, p. 1235 a 1243, Julho de 2000. Disponível em; <https://www.scielo.br/j/rbz/a/pSNS4gBQMhdsgB8KyzWfjnS/?lang=pt#> Acesso em: 03 out. 2024.

CHEW, D. J. et al., Canine and Feline Nephrology and Urology. 2ª ED Missouri; Elsevier, 2011. E-book (533) ISBN. 978-0-7216-8178-8. Acesso em: 02 out. 2024.

Capítulo 2



10.37423/250509927

BOVINOCULTURA DE LEITE - DIMENSÕES DA QUALIDADE NA CADEIA PRODUTIVIDADE LEITEIRA

Bruna Gabriela Dias de Oliveira

Instituto Federal de Rondônia-Campus Cacoal

Eduardo Luiz Meneghetti

Instituto Federal de Rondônia-Campus Cacoal

Edilaine da Silva Borges

Instituto Federal de Rondônia-Campus Cacoal

Kely Cristina Teixeira Barbosa

Instituto Federal de Rondônia-Campus Cacoal

Lucas Belarmino dos Santos Almeida

Instituto Federal de Rondônia-Campus Cacoal

Saiane Barros de Souza

Instituto Federal de Rondônia-Campus Cacoal



INTRODUÇÃO:

A produção leiteira desempenha um papel importante na economia e na sociedade, pois o leite é um alimento nutricional para o consumo humano e dos animais. Desta forma, é necessário que o mesmo tenha boas práticas agropecuárias para obtenção das qualidades necessárias para estar apto ao consumo.

OBJETIVO:

Verificar as dimensões da qualidade na cadeia produtiva leiteira em uma pequena propriedade rural em Cacoal/RO.

METODOLOGIA:

A metodologia aplicada foi abordagem qualitativa, com natureza exploratória, através de pesquisa de campo referente visita técnica na propriedade para coleta de dados com base em observação e entrevista.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A propriedade pesquisada faz parte da agricultura familiar há 15 anos na atividade leiteira. Trabalha com sistema de ordenha manual com venda direta para atravessador. Sob a ótica das dimensões da qualidade foi possível observar que a propriedade atende os requisitos de: confiabilidade: existe uma relação de confiança sobre o produto e o atravessador. No entanto as boas práticas agropecuárias não estão totalmente adequadas. tais como manejo e infraestrutura. Atendimento: em razão dos preços estáveis praticados pelo atravessador. Estética: O produto apresenta coloração normal, sem sujidades. Nas demais categorias da qualidade a propriedade não apresentou durabilidade: por não possuir tanque de resfriamento. Desempenho: as vacas estão com baixo score corporal devido não haver suplementação específica para época da seca, impactando na quantidade de produção; características suplementares: inexistente; conformidade: Deficiência na infraestrutura das instalações e manejo higiênico-sanitário; qualidade percebida: o manejo visto percebe-se que compromete o produto final.

CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Para alcançar todas as dimensões da qualidade se faz necessários que haja algumas mudanças tanto em seu manejo como em sua infraestrutura. Desta forma conclui-se que a experiência vivenciada foi de grande importância para o aprendizado da cadeia produtiva de leite.

Palavras-chave: (Leite; Qualidade; Produção; Ordenha).

Capítulo 3



10.37423/250509949

PROCESSOS DE QUALIDADE NA CADEIA PRODUTIVA DO ALFACE

DANIELLY RANGEI

AMANDA SANTANA

JAQUELINE DE SOUZA FERNANDES

DIONES CALDAS

NAYARA BENITO

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE RONDÔNIA -
CAMPUS CACOAL
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE RONDÔNIA -
CAMPUS CACOAL
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE RONDÔNIA -
CAMPUS CACOAL
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE RONDÔNIA -
CAMPUS CACOAL
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE RONDÔNIA -
CAMPUS CACOAL



1- INTRODUÇÃO

A presente pesquisa é sobre o cultivo da Alface o qual é uma hortaliça tradicionalmente folhosa, segundo a Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas (ABCSEM) hoje em dia, a alface é a mais consumida no Brasil e a 3ª hortaliça com maior volume de produção, perdendo somente para o tomate e a melancia. Está dividida em cinco tipos morfológicos, são eles: repolhuda lisa, repolhuda crespa ou americana, Solta Lisa, Solta crespa e Solta crespa roxa e Tipo romana.

Mais concretamente abordaremos a Alface em sua Cadeia produtiva, como: adubação, calagem, formação de mudas, Tratos Culturais, Irrigação, Controle de Pragas e Doenças e por fim a Colheita e a Comercialização da mesma.

É objetivo deste trabalho o conhecimento mais aprofundado da Cadeia Produtiva, para que se possa entender como acontece a cadeia produtiva da alface e os processos de qualidade, desde o preparo da terra, com a adubação até a colheita. Esse processo é de certa forma simples, mas tudo depende do solo, dos adubos utilizados e é claro da mão do produtor. Será apresentado dados estatísticos e tabelas para que se possa provar a síntese que está sendo levantada no decorrer do artigo.

2- DESENVOLVIMENTO

2.1- CULTURA DA ALFACE, DEFINIÇÃO

A alface possui uma cor verde-claro quando mais jovem e ganha um tom de verde-escuro conforme aumenta de tamanho. Seus folíolos são finos e contêm número de folhas osas no meio do caule.

“A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma cultura conhecida mundialmente e também a mais importante dentre as hortaliças folhosas.” (SILVA *et al.*, 2000 *apud* SOUZA; ROSA, 2018, p.114).

A alface tem diversas características que a tornam um vegetal bastante nutritivo. Ela é rica em vitamina A, C, e licopeno, um antioxidante eficaz que ajuda na prevenção de doenças; também possui vitaminas do complexo B e proteínas. Além disso, sua folha tem variedades com propriedades anti-inflamatórias, é uma cultura conhecida mundialmente e também a mais importante dentre as hortaliças folhosas.

É uma planta de propriedades tranquilizantes, e como deve ser consumida crua, são conservadas todas as suas características nutritivas. É uma planta anual, não necessitando de uma época exata para seu cultivo, finalizado quando as folhas da cultura atingirem o maior tamanho (SANTANA *et al.*, 2016 *apud* SOUZA; ROSA, 2018. p.114).

A alface é uma folhosa originária da Ásia, mas hoje está presente em diversas partes do mundo onde existe clima adequado e solo fértil para sua produção. Ela é cultivada principalmente na Espanha, na Itália, nos Estados Unidos e no México.

Segundo a Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas (ABCSEM) hoje em dia, a alface é a mais consumida no Brasil e a 3ª hortaliça com maior volume de produção, perdendo somente para o tomate e a melancia. E ainda a alface movimenta anualmente, em média, aproximadamente R\$8 bilhões apenas no varejo, com uma produção de mais de 1,5 milhões de toneladas por ano. (SOUZA;ROSA, 2018, p.114)

Com produtividade elevada a alface se destaca como uma das hortaliças mais consumidas, podendo ganhar mais espaço de produção, neste novo cenário de mercado, com a retomada de funcionamento a tendência é que a alface volte a alcançar patamares mais altos que anteriormente observados antes da pandemia.

Segundo Marques (2012), a cidade de Ariquemes é autossuficiente na produção de hortaliças folhosas”, esta frase é destacada pelo extensionista da Associação de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater) Newton Almeida Soares. Existem cerca de 30 produtores de Ariquemes - RO, tem uma produção estimada de 6.000 (seis mil) quilos de hortaliças folhosas por dia, incluindo a alface, em principal representa 80% de toda produção.

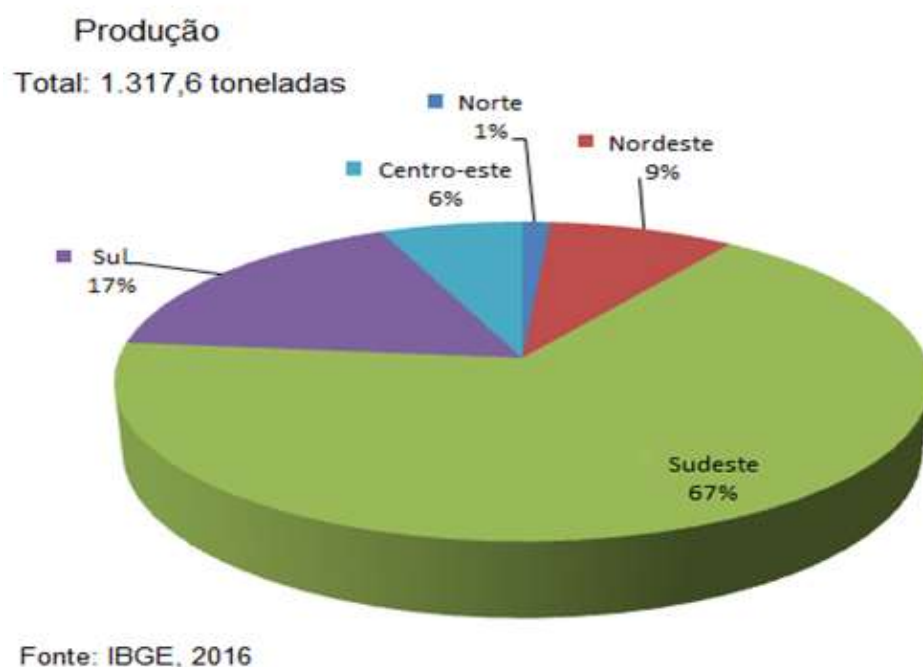


Imagem 01: Gráfico de produção regional de hortaliças no ano de 2016.

Fonte:<https://revistacampoenegocios.com.br/producao-de-hortalicas-folhosas-no-brasil/>

2.2 - CULTIVARES DE ALFACE

“As cultivares e sementes de alface que atualmente estão presentes no mercado brasileiro podem ser agrupadas em cinco tipos morfológicos (características) principais, com base na formação de cabeça e tipo de folhas.” (HENZ; SUINAGA, 2009):

Repolhuda Lisa: apresenta folhas lisas, delicadas e macias, com nervuras pouco salientes, com aspecto oleoso (“manteiga”), formando uma cabeça típica e compacta. (Ex: Alface Elisa, Aurora, Brasil 303, etc)

Repolhuda Crespa ou Americana: folhas crespas, consistentes e crocantes, cabeça grande e bem compacta. (EX: América Delícia, Bouty Empire, Crespa Repolhuda, etc)

Solta Lisa: folhas lisas e soltas, relativamente delicadas, sem formação de cabeça compacta. (EX: Monalisa AG 819, Regina, Vitória de Verão, etc.)

Solta Crespa e Solta Crespa Roxa: folhas grandes e crespas, textura macia, mas consistente, sem formação de cabeça; pode ter coloração verde ou roxa. (EX: Veneza Roxa, Mimosa Vermelha, Brisa, Black Seeded Simpson, etc.)

Tipo Romana: folhas tipicamente alongadas, duras, com nervuras claras, com uma cabeça fofa e alongada, na forma de cone. (EX: Branca de Paris, Ideal Cos e Romana Balão.)

“As seguintes cultivares de alface tropicalizadas, com resistência ao pendoamento precoce, indicadas para cultivo em regiões quentes localizadas entre as latitudes 0º e 23º” (HENZ; SUINAGA, 2009. p. 4) :

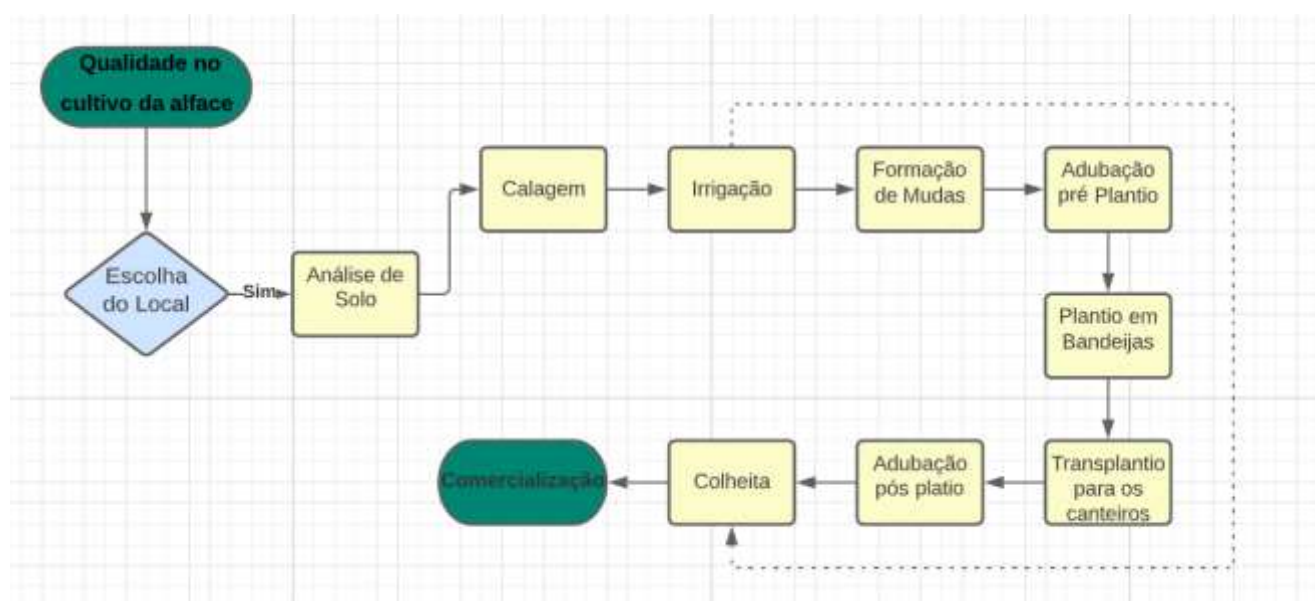
- Grupo Repolhuda Lisa: ‘Elisa’, ‘Glória’ e ‘Piracicaba 65’;
- Grupo Crespa Repolhuda ou Americana: ‘Crespa Repolhuda’, ‘Gloriosa’;
- Grupo Crespa Solta: ‘Vera’;
- Grupo Solta Lisa: ‘Vitória de Santo Antônio’

São variedades semelhantes, pois dividem em suma maioria o mesmo padrão de formação, iniciando-se na formação de cabeças até o desenvolvimento de folhas que variam de coloração desde verde-claro, verde-escuro ou até mesmo na coloração arroxeadas. Da mesma forma, todos os grupos têm o mesmo padrão de crescimento e produção, tudo depende da maneira como é realizado seu manejo durante o ciclo de produção, desde formação de mudas até a colheita.

2.2.1- QUALIDADE NO CULTIVO DA ALFACE

Em relação à qualidade da alface, os autores Carvalho (2012 *apud* Medeiros, 2015) e Chitarra (1994 *apud* Medeiros, 2015) ressaltam que as exigências dos consumidores em relação à qualidade aumentaram, sendo que o processo produtivo deve ter como objetivo principal, a produção de hortaliças de qualidade elevada, com teor nutritivo alto e com maior conservação pós-colheita.

Sendo que as qualidades exigidas são os teores de sólidos solúveis, acidez titulável e pelo pH representado pela folhosa.



Fonte: AMANDA E DANIELLY

2.3 - ADUBAÇÃO DO ALFACE

A alface, embora o ciclo seja relativamente de ciclo curto, com duração de 2 a 3 meses, consomem muito fertilizante para atender as necessidades nutricionais das plantas em um período tão curto de tempo. Por isso, é importante decidir sobre a quantidade, qualidade e o tipo de fertilizante a ser aplicado, com base na análise do solo que deve ser realizada constantemente para obter equilíbrio. (FILHO, 2016)

2.3.1- ADUBAÇÃO ORGÂNICA

O aumento da matéria orgânica aumenta os nutrientes no solo. O aumento da quantidade de matéria orgânica no solo aumenta sua capacidade de retenção de nutrientes. Quanto mais matéria orgânica no solo, mais nutrientes estarão disponíveis para as plantas.

Além disso, a matéria orgânica promove aumento da capacidade de troca catiônica (CTC) do solo, complexando elementos tóxicos e micronutrientes, participando na formação de agregados do solo e, conseqüentemente, diminuindo a densidade do solo, aumentando a porosidade, infiltração, retenção de água e aeração do solo (LUCHESE *et al.*, 2002; SOUZA; RESENDE, 2006 *apud* PRADO; FILHO, 2016, p.573).

A matéria orgânica também ajuda a melhorar a estrutura do solo, aumentando a quantidade de porosidade e promovendo a formação de agregados de solo. Isto resulta em uma diminuição da densidade do solo e um aumento na infiltração e retenção de água. Estes fatores contribuem para um crescimento mais saudável das plantas e para a melhoria do rendimento das culturas.

2.3.2- ADUBAÇÃO QUÍMICA

2.3.2.1- ADUBAÇÃO DE BASE - 1º PLANTIO

“Normalmente, os produtores têm utilizado fertilizantes formulados, principalmente o 04-30-16, um adubo enriquecido com zinco, comumente utilizado na nutrição de hortaliças.” (PRADO;FILHO, 2016)

É feita uma leve incorporação, já que o sistema radicular da alface é superficial. Um fertilizante básico sugerido é N-P-K, com a relação variando conforme a estação do ano e o efeito desejado, melhorando a produtividade, promovendo a planta o melhor desenvolvimento das raízes para absorverem nutrientes em quantidades proporcionais.

Entretanto, tem-se indicação para elevar a quantidade de PPs para 600 kg ha', visando deixar uma pequena reserva deste nutriente no solo para os próximos plantios. Após a aplicação do adubo sobre os canteiros, faz-se uma incorporação leve, pois o sistema radicular da alface é superficial. Uma sugestão de adubação de base para o primeiro plantio consiste em 70 kg de N ha', 600 kg ha' de P_2O_5 e 300 kg ha' de K_2O . (PRADO;FILHO, 2016, p.573)

Isto é realizado para que a incorporação do fertilizante seja eficaz para a alface, pois esta é uma planta com sistema radicular superficial, onde as raízes estão mais sensíveis à água, à luz, aos adubos.

2.3.2.2- ADUBAÇÃO 2º PLANTIO

A adubação basal de base para segundo e terceiro plantios é baseada na própria experiência dos produtores. Basicamente, após remover o resíduo da primeira plantação, usa-se um pequeno gancho para descompactar a cova de plantio. Em seguida, insere-se aproximadamente 200 gramas de substrato nestas covas.(PRADO;FILHO, 2016)

Normalmente, este substrato desenvolvido misturando-se duas amostras de solo), uma parte de esterco animal curtido ou composto orgânico, e outra 10 gramas de fertilizante 4-30-16 por cada cova

feita, tomando-se o cuidado antes de transplantar para que o substrato misturado com água proveniente de irrigação com terra do canteiro para evitar queimar as mudas.(PRADO;FILHO, 2016, p.574)

2.3.2.3 - ADUBAÇÃO DE COBERTURA

Normalmente, a adubação de cobertura da cultura de alface é feita em três adubações. A primeira aplicação é realizada imediatamente após a colonização das plântulas; a segunda, na fase de formação de novas folhas; e a terceira, no início da formação dos brotos (CARVALHO; SILVEIRA, 2011 *apud* PRADO; FILHO, 2016) ou na fase vegetativa, próximo ao estágio de colheita.

2.3.3- CALAGEM

Normalmente, os solos brasileiros são caracterizados por alta acidez. A alface não cresce normalmente em solos altamente ácidos ($\text{pH} < 5,5$) e alcalinos. Essas condições favorecem deficiências e/ou toxicidade mineral (PRADO; FILHO, 2016).

Segundo Trani (2014) *apud* Prado e Filho (2016), o calcário deve ser aplicado no mínimo 30 a 40 dias antes do plantio, preferencialmente calcinado com calcário finamente moído (“filler”) com PRNT de 80 a 90% ou parte (PRNT: 90 a 100%). Se apenas calcário (PRNT: 60 a 70%) for encontrado, deve ser adicionado pelo menos 90 dias antes do plantio. O calcário com alto teor de magnésio ($\text{MgO} > 12\%$) deve ser preferido.

2.4 - FORMAÇÃO DE MUDAS

“As mudas podem ser formadas em sementeiras. Entretanto, devido ao baixo custo, praticidade e qualidade, deve-se dar preferência à utilização de bandejas de isopor ou polietileno.” (MATOS, 2011, p.15)

Para se produzir mudas com qualidade é desejável utilizar de bandejas contendo de 288 a 400 células ou orifícios, os quais devem ser preenchidos com substrato, material composto por matéria orgânica capaz de nutrir a planta, este pode ser adquirido pronto para uso ou produzido na própria propriedade, como, por exemplo, palha de café ou esterco bovino. (MATOS, 2011)

2.5 - TRATOS CULTURAIS

Os tratos culturais são extremamente importantes para a manutenção vital das plantas, buscando profundamente sua nutrição para que posteriormente a planta produza abundantemente e sejam

produzidas de qualidade, alguns dos tratamentos culturais são a irrigação como também o controle de pragas e doenças.

2.5.1- IRRIGAÇÃO

A cultura da alface é extremamente exigente no quesito água em todo seu ciclo produtivo, demandando os mínimos cuidados para o aumento da produtividade e melhoria na qualidade da produção. No Brasil, utilizam-se diferentes sistemas de irrigação, no entanto, os sistemas de aspersão e de gotejamento são os mais utilizados pela adaptabilidade da cultura da alface e o eficiente manejo da irrigação. (MATOS, 2011)

Após a elevação dos canteiros, deve-se instalar o sistema de irrigação. Geralmente é instalado em uma área de 12x12 m entre aspersores. Verificações regulares devem ser feitas para eliminar vazamentos nas conexões, isto faz com que se aumente a eficiência e uniformidade da irrigação e reduza o uso de água e eletricidade, reduzindo gastos ao produtor rural. (MATOS, 2011)

2.5.2- CONTROLE DE PRAGAS E DOENÇAS

O controle de pragas e doenças é essencial para prevenir danos à produção e maquinários, se não for realizado todos os cuidados necessários a produtividade está suscetível a queda de produção, devido os insetos principalmente causarem sérios danos à lavoura, levando o produtor rural a desenvolver perdas econômicas, prejudiciais à futura produção.

Tabela 8 - Principais doenças e pragas da cultura da alface		
Doenças e Pragas	Condições Favoráveis	Controle Cultural (*)
Podridão de esclerôtinia	Alta umidade	1,3,4, 5, 7,11,14
Mancha Bacteriana	Alta umidade, temperatura de 22° a 26°C	1, 2, 3, 4, 5, 9
Míldio	Alta umidade e temperaturas amenas	2,4, 5, 10, 11
Queima da saia ou Rizoctoniose	Alta umidade, temperatura 15 a 25°C, solos mal drenados e contaminados	2,3,4,5,7,11,13, 14

Imagem 01: Principais doenças e pragas do alface.

Fonte: MATOS, 2011, p.21

Doenças e Pragas	Condições Favoráveis	Controle Cultural (*)
Septoriose	Alta umidade e temperatura de 20 a 25°C	1, 4, 11
Mosaico da Alface	Alta temperatura e presença do vetor	1, 6, 12, 13
Nematóide das galhas	Solos arenosos e alta umidade	5, 7, 9, 14
Lesmas e caracóis	Alta umidade	11
Pulgão	Alta temperatura e baixa pluviosidade	11, 13

Imagem 02: Principais pragas e doenças da alface.

Fonte: MATOS, 2011, p.22.

1. Sementes certificadas	2. Melhoria da drenagem, com canteiros mais altos ou subsolagem
3. Manejo da irrigação	4. Rotação de culturas
5. Adubação equilibrada	6. Eliminação de plantas hospedeiras
7. Solarização	8. Adequado nível de matéria orgânica no solo
9. Eliminação de plantas doentes	10. Manejo adequado da irrigação no viveiro
11. Controle químico ou alternativo	12. Variedades resistentes
13. Produção de mudas em viveiros adequados	14. Limpeza dos implementos

Imagem 03: Controle cultural

Fonte: MATOS, 2011, p.22.

2.6- COLHEITA E PÓS-COLHEITA DAS HORTALIÇAS

2.6.1- COLHEITA

A colheita começa após 45 dias a partir do momento em que é realizada a sementeira e cada ciclo pode variar conforme a variedade, época e sistema de plantio, as plantas permanecem em condições de colheita por cerca de 15 dias, até apodrecerem. Portanto, para obter um produto de qualidade reconhecida no mercado, deve-se realizar a sementeira da parcela semanalmente para terem sempre plantas crescendo, se desenvolvendo e promovendo folhas por um longo período.(MATOS, 2011)

2.6.2- PÓS-COLHEITA

No local de armazenamento, a hortaliça é imersa em solução de hipoclorito de sódio para desinfecção. Pode ser esterilizado de duas maneiras, com produtos individuais ou embalado em caixas plásticas. Logo após este processo eles devem então ser levados para uma bancada para drenagem antes de serem transportados para o mercado.(MATOS, 2011)

2.7 - COMERCIALIZAÇÃO

A alface pode ser vendida por diversos canais de escoamento, podendo o produto ser comercializado na porta de intermediários, feiras livres, associações ou cooperativas de produtores, atacado e varejo, mercearias e supermercados, estes meios são essenciais para garantir que o produto chegue até a mesa do consumidor.

“A comercialização de alface é realizada em diferentes canais, podendo o produto ser vendido na porteira, a intermediários, feiras livres, nas associações ou cooperativas de produtores, na Ceasa, no atacado e varejo, em sacolões e supermercados.” (MATOS, 2011, p.25)

Para garantir que a folhosa chegue à mesa da população se faz necessário estudar primeiramente o mercado e como pode ser encaixado no meio social, desde concorrência, público-alvo e principalmente os fornecedores, importantes ferramentas de distribuição de mercadoria para os consumidores. Além disso, deve ser avaliado, dentre outros fatores, a qualidade e a variedade que melhor atende a demanda.

3- CONCLUSÃO

A alface é uma das hortaliças mais consumidas no Brasil e no mundo, seu alto consumo se deve exclusivamente à culinária, já que é muito consumida pelo mundo inteiro, seu manejo é muito delicado, por requerer muito cuidado a fim de se garantir uma hortaliça bonita e saborosa.

Considerada uma verdura rica em nutrientes, pode ser consumida em qualquer hora do dia, uma das principais verduras no prato de todo brasileiro, seu manejo é necessário ser minucioso e detalhado por não ser nativa do nosso país a adubação tende de ser feita rigorosamente, quando plantada e colhida de forma correta ocorre menos desperdícios de material com um grande lucro para o produtor.

Desta forma destaca-se que a alface é uma hortaliça com grande valor econômico, garantindo o crescimento no agronegócio e também sendo mais valorizada no campo, utilizada principalmente por pequenos produtores rurais que utilizam de agricultura familiar. Assim, portanto, se encontra em destaque no quesito produtividade, gerando milhares de reais para o país e para o sustento do agronegócio.

4- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SOUZA, Felipe Matos de Souza; ROSA, Helton Aparecido. Desenvolvimento da alface-americana submetida a diferentes lâminas de irrigação. Revista Cultivando o Saber, Cascavel - PR, Edição especial 2018, p. 113 a 121.

HENZ, Gilmar Paulo; SUINAGA, Fábio. Tipos de alface cultivados no Brasil. Comunicado Técnico 75, Brasília - DF, novembro de 2009, 7 p.

PRADO, Renato de Mello; FILHO, Arthur Bernardes Cecílio. Nutrição e adubação de hortaliças. Jaboticabal: FCAV/CAPEL, 2016.

MATOS, Francisco Antônio Cândia de. Alface: Saiba como cultivar hortaliças para colher bons negócios. Brasília - DF, 2011, SEBRAE, 32p.

MARQUES, Eliete. Ariquemes - RO, produz seis mil quilos de hortaliças folhosas por dia. G1 RO, 2012. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ro/rondonia/noticia/2012/09/ariquemes-ro-produz-seis-mil-quilos-de-hortalicas-folhosas-por-dia.html#:~:text=Cerca%20de%2030%20produtores%20de,alface%20representa%2080%25%20da%20produ%C3%A7%C3%A3o.>>> acesso em: 09/09/2022.

MEDEIROS, Felipe Bruno Araújo. Produção e qualidade de cultivares de alface-americana em função do espaçamento de plantio. Mossoró - RN, 2015, 49 p.

Capítulo 4



10.37423/250509961

USO DE APLICATIVO DE CONFORTO TÉRMICO EM INSTALAÇÕES PARA BOVINO DE LEITE

Vinicius De Oliveira Branco

*Universidade Estadual Paulista "Júlio de
Mesquita Filho" FCA- Botucatu*

Silvia Regina Lucas de Souza

*Universidade Estadual Paulista "Júlio de
Mesquita Filho" FCA- Botucatu*

Leda Gobbo de Freitas Bueno

*Universidade Estadual Paulista "Júlio de
Mesquita Filho" FCA - Botucatu*

Cleber Alexandre de Amorim

*Universidade Estadual Paulista "Júlio de
Mesquita Filho" FCA - Botucatu*

Eduardo Torres Mendes da Silva

*Universidade Estadual Paulista "Júlio de
Mesquita Filho" FCA - Botucatu*

Davi Rodrigo de Miranda

*Universidade Estadual Paulista "Júlio de
Mesquita Filho" FCA - Botucatu*

Daniel Sá Freire Lamarca

*Universidade Estadual Paulista "Júlio de
Mesquita Filho" FCA - Botucatu*



ENUNCIADO DO PROBLEMA

Apesar dos avanços tecnológicos no setor agropecuário, muitos produtores de leite ainda enfrentam dificuldades para monitorar e gerenciar adequadamente as condições de conforto térmico em instalações para bovinos. A ausência de ferramentas acessíveis e de fácil utilização para avaliar parâmetros ambientais em tempo real compromete o bem-estar animal, reduz a produtividade e pode levar a prejuízos econômicos. Diante disso, é necessário investigar a viabilidade e os benefícios do uso de aplicativos móveis voltados ao monitoramento do conforto térmico em instalações de bovinos leiteiros, visando otimizar o manejo ambiental e promover melhores índices zootécnicos.

JUSTIFICATIVA

O conforto térmico é um fator determinante para o desempenho produtivo e reprodutivo de bovinos de leite, especialmente em regiões tropicais e subtropicais, onde os animais estão frequentemente expostos a estresse térmico. Condições inadequadas de temperatura, umidade e ventilação nas instalações comprometem a ingestão alimentar, a produção de leite, a saúde e o comportamento dos animais. Com o avanço da tecnologia da informação, surgem oportunidades para integrar sensores ambientais e aplicativos móveis que permitem o monitoramento contínuo e a tomada de decisões mais assertivas em tempo real. O uso de um aplicativo de conforto térmico pode ser uma solução prática, econômica e eficiente para auxiliar produtores e técnicos na gestão ambiental, contribuindo para o bem-estar animal, sustentabilidade da produção e aumento da rentabilidade. Portanto, investigar essa abordagem é relevante tanto do ponto de vista científico quanto prático, alinhando-se às demandas por inovação e sustentabilidade na pecuária leiteira.

INTRODUÇÃO

A produção de leite no Brasil enfrenta desafios consideráveis devido ao clima tropical úmido predominante no país. As altas temperaturas exigem a adoção de tecnologias e medidas específicas para mitigar os efeitos negativos na produtividade dos rebanhos (Matarazzo et al., 2006; Pastal et al., 2015).

A manutenção do bem-estar animal é um aspecto fundamental na produção agropecuária moderna, influenciando diretamente a saúde, a produtividade e a qualidade do produto final. Entre os fatores que afetam o bem-estar dos animais, o conforto térmico ocupa um papel central, especialmente em regiões com variações climáticas extremas.

O estresse térmico causado pelo calor já foi amplamente relacionado à queda na produção de leite, redução no consumo de alimentos (Batista et al., 2020) e à diminuição da taxa de prenhez nas vacas (Ferreira et al., 2006; Fialho et al., 2018).

A zona de conforto térmico — também chamada de zona de termoneutralidade — para a maioria das raças de bovinos leiteiros varia entre 4°C e 26°C. No entanto, esse intervalo pode se tornar mais estreito, entre 7°C e 21°C, quando levamos em conta a umidade relativa do ar e a radiação solar. Temperaturas acima de 26°C geralmente indicam que os animais já estão sob estresse térmico por calor. Nessas condições, eles recorrem a respostas fisiológicas para aliviar o desconforto, como sudorese, salivação excessiva, exposição da língua e aumento da ingestão de água (Fernandes, 2019; Melo, 2016).

Nos últimos anos, tem-se observado um avanço significativo no uso de tecnologias voltadas para o campo, especialmente no que diz respeito à rotina do produtor rural. Cada vez mais, surgem soluções digitais que permitem acessar informações sobre o rebanho de forma rápida, prática e precisa. Um exemplo disso são os aplicativos para dispositivos móveis que calculam índices de conforto térmico que têm se mostrado ferramenta valiosa para monitorar e gerenciar as condições ambientais nas fazendas, contribuindo para a criação de ambientes mais adequados às necessidades dos animais (Mader et al., 2006).

A utilização de aplicativos de conforto térmico na produção de animais de fazenda e gado leiteiro é de grande importância por diversos motivos. Primeiramente, esses aplicativos permitem o monitoramento em tempo real das condições ambientais, possibilitando ações preventivas e

corretivas que minimizam o estresse térmico. O estresse causado por temperaturas extremas pode reduzir a produção de leite, afetar a reprodução e comprometer a saúde dos animais (West, 2003)..

Apesar dessa evolução, ainda são raros os aplicativos que, além de calcular o ITU, ofereçam sugestões práticas e imediatas para mitigar os efeitos do estresse térmico — principalmente para os pequenos produtores, que muitas vezes têm acesso limitado a tecnologias mais complexas ou a mão de obra especializada.

Diante dessa realidade, este capítulo tem como objetivo destacar a importância do uso de um aplicativo voltado ao conforto térmico de vacas leiteiras. A proposta é que essa ferramenta seja acessível e intuitiva, permitindo seu uso tanto por profissionais jovens quanto por trabalhadores rurais com pouca familiaridade com tecnologia. A intenção é que o aplicativo forneça orientações em tempo real sobre as medidas que devem ser tomadas para melhorar o ambiente das instalações e, assim, garantir o bem-estar dos animais.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

FISIOLOGIA DO ESTRESSE TÉRMICO E CONSEQUÊNCIAS NA PRODUTIVIDADE

O estresse térmico em vacas leiteiras de alta produção é uma condição fisiológica complexa caracterizada pela ativação de mecanismos homeostáticos destinados a manter a temperatura corporal dentro de limites aceitáveis diante de um ambiente hipercalórico. Esse processo envolve respostas neuroendócrinas, ajustes metabólicos e ativação de vias celulares específicas.

A zona de conforto térmico para a maioria das raças de bovinos leiteiros varia entre 4°C e 26°C. Contudo, esse intervalo pode se restringir, entre 7°C e 21°C, devido à influência da umidade relativa do ar e da radiação solar incidente. Quando as temperaturas ultrapassam 26°C, os animais geralmente entram em estresse térmico por calor, adotando respostas fisiológicas como sudorese, salivação excessiva, exposição da língua e aumento na ingestão de água (Fernandes, 2019; Melo, 2016).

O primeiro passo na resposta fisiológica ao calor envolve a detecção térmica pelo hipotálamo, que abriga o centro termorregulador. Termorreceptores periféricos (cutâneos) e centrais (hipotalâmicos) detectam alterações na temperatura e ativam respostas compensatórias, como vasodilatação cutânea e aumento da frequência respiratória.

O calor excessivo eleva os níveis de cortisol que tem como consequência alterar o metabolismo energético (mobilização de glicose e lipídeos), diminuir a resposta à inibição inflamatória e diminuir a

imunidade. Estudos demonstram aumento significativo do cortisol em bovinos submetidos a calor excessivo, como parte da resposta adaptativa ao estresse.

Para dissipar calor o organismo promove o aumento de mecanismos ligados a perda de calor como a vasodilatação periférica por convecção e radiação e o aumento da frequência respiratória para promover a evaporação. O estresse térmico causa resposta na imunidade do animal como o aumento das células brancas principalmente a linfocitose.

Estudos recentes propuseram modelos conceituais baseados em loops de feedback fisiológico, onde variáveis como temperatura corporal, frequência respiratória, e expressão de proteínas térmicas interagem para manter a homeostase. Quatro loops principais de feedback foram identificados, regulando a produção de calor, dissipação térmica e controle endócrino.

Durante o estresse térmico, há alterações na excreção de sódio, potássio, cloro e cálcio, que são perdidos principalmente pelo suor e saliva. Isso afeta a estabilidade celular e a contratilidade muscular, sendo compensado por mecanismos renais e endócrinos, como liberação de hormônios e neurotransmissores importantes na manutenção do organismo.

A fisiologia do estresse térmico em vacas leiteiras envolve uma complexa rede de respostas do organismo. Esses mecanismos são coordenados para manter a homeostase térmica e proteger a integridade funcional diante de temperaturas elevadas, sendo críticos para a sobrevivência e adaptação desses animais.

Todas essas alterações no organismo para manter a homeostase no animal durante a exposição a altas temperaturas influenciam na produtividade e sanidade do rebanho. É notado uma diminuição da quantidade e qualidade do leite, alterações no sistema reprodutor como diminuição na entrada do cio e baixas taxas de prenhes. Batista et al. (2020) observaram que, em condições de altas temperaturas, há uma diminuição na produção de leite devido ao comprometimento do metabolismo dos animais.

O estresse térmico também está associado à diminuição do consumo de alimentos. Segundo Batista et al. (2020), o aumento da temperatura ambiente pode levar os animais a reduzir a ingestão de ração, afetando negativamente a produção de leite. Dietas com menor produção de calor metabólico são recomendadas durante períodos de estresse térmico. Fialho et al. (2018) sugerem a inclusão de imunomoduladores nas dietas para fortalecer o sistema imunológico dos animais e reduzir o calor gerado durante a digestão.

Ferreira et al. (2006) e Fialho et al. (2018) relataram que altas temperaturas podem comprometer a taxa de prenhez, devido a alterações hormonais e fisiológicas nos animais.

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E COMPORTAMENTAIS AO ESTRESSE TÉRMICO

Quando expostos a altas temperaturas, os bovinos leiteiros apresentam diversas respostas fisiológicas para tentar manter a homeostase térmica sendo as mais importantes as seguintes:

Sudorese: A produção de suor aumenta para promover a dissipação de calor por evaporação.

Salivação Excessiva: A salivação aumenta como mecanismo de resfriamento e para neutralizar o pH ruminal e a vasodilatação periférica para aumentar a área de dissipação de calor.

Outro modo de perda de calor é o aumento da ingestão de água visando a regulação térmica e no transporte de calor corporal. O fornecimento contínuo de água limpa e fresca é fundamental para a regulação da temperatura corporal dos bovinos leiteiros. Além de auxiliar na dissipação de calor, a ingestão adequada de água é essencial para o bom funcionamento do metabolismo animal.

Como mitigação do estresse térmico pode-se utilizar de artifícios com baixa tecnologia até sistemas sofisticados no interior e exterior da instalação.

A presença de sombra é essencial para reduzir o estresse térmico. Fialho et al. (2018) destacam que árvores presentes em áreas de pastagem, piquetes e ao redor de galpões de manejo e confinamento oferecem sombra natural, contribuindo para o conforto térmico dos animais. Além disso, Pires & Campos (2004) recomendam que sombrites e coberturas artificiais tenham no mínimo 3 metros de altura e sejam orientadas no sentido leste-oeste para maximizar a área sombreada ao longo do dia.

Outra forma de minimizar o efeito do calor no interior das instalações é o tipo de material utilizado nas telhas, o uso de forros, a presença de lanternins, pintura dos telhados com tinta branca ou de cores claras pode ajudar a refletir a radiação solar e a instalação de sistemas de aspersão de água sobre os telhados.

Essas ações de baixo custo reduzem a entrada da radiação direta ou indireta nas instalações e propiciam um ambiente com maior conforto térmico para os animais.

O uso de ventiladores em conjunto com aspersores ou nebulizadores é uma estratégia eficaz para reduzir a temperatura corporal dos animais por meio da evaporação. Dal Más et al. (2020) e Lourenço (2019) enfatizam a importância de monitorar a umidade relativa do ar: em ambientes muito úmidos,

o uso de nebulizadores ou aspersores pode ser dispensado, sendo suficiente a operação de ventiladores que dissipam o calor corporal.

Em instalações com animais mais sensíveis ao estresse térmico, como a vaca da raça holandesa, produtores com animais de alta performance utilizam instalações tipo ventilação cruzada associada a climatização efetuada por pressão negativa. O galpão é hermeticamente fechado nas laterais e são instalados exaustores de alta vazão e potência que puxam o ar quente externo a instalação. Associado aos exaustores em sua face oposta é utilizada placas evaporativas que permitem a rotação de água com baixas temperaturas. Assim quando o ar externo passa pelas placas evaporativas existe uma troca de calor que pode chegar a 20°C propiciando um ambiente confortável aos animais. Todavia este tipo de instalação depende de investimento em tecnologias e é totalmente dependente de energia elétrica, sendo imprescindível o uso de geradores que entram em funcionamento automaticamente no caso de queda de energia elétrica, causa comum no meio rural.

AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO

Os índices de conforto térmico são ferramentas essenciais para avaliar o bem-estar de animais de produção em diferentes ambientes. Eles ajudam a identificar condições de estresse térmico que podem afetar negativamente a saúde, produtividade e comportamento dos animais. Os principais índices usados para esse fim, com base na literatura científica são o Índice de Temperatura e Umidade (ITU). Este é o mais comum e simples, combinando temperatura do ar e umidade relativa para indicar o nível de conforto ou estresse térmico dos animais. Muito utilizado para bovinos, suínos e aves.

O cálculo desse índice é geralmente feito de forma manual. De acordo com Armstrong (1994), citado por Oliveira Júnior (2016), existem limites bem definidos entre o conforto e o estresse térmico dos bovinos, os quais foram claramente representados na Figura 1 do estudo de Pires & Campos (2004).

Figura 1: Limites para conforto térmico de bovinos leiteiros (ITU).

Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
22,2											72
22,8										72	73
23,3									72	73	74
23,9	Ausência de estresse – até 72							72	73	74	75
24,4					72		72	73	74	75	76
25,0						72	73	74	75	76	77
25,6					72	73	74	75	76	77	78
26,1					73	74	75	76	77	78	79
26,7				72	73	74	75	76	77	78	80
27,2				72	73	75	76	77	78	79	81
27,8				73	74	75	77	78	78	80	82
28,3			72	73	75	76	78	79	80	82	83
28,9			73			77	78	80	81	83	84
29,4		72	73	75	76	78	79	81	82	84	85
30,0		72	74	75	77	78	80	81	83	84	86
30,6	72	73	74	76	77	79	81	82	84	85	87
31,1	72	73	75	76	78	80	81	83	85	86	88
31,7	72	74	75	77	79	80	82	84	86	87	89
32,2	73	74	76	78	79	81	83	85	86	88	90
32,8	73	75	76	78	80	82	84	86	87	89	91
33,3	74	75	77	79	81	83	85	86	88	90	92
33,9	74	76	78	80	81	83	85	87	89	91	93
34,4	75	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94
35,0	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95
35,6	76	77	79	81	83	85	88	90	92	94	96
36,1	76	78	80	82	84	86	88	91	93	95	97
36,7	76	78	80	83	85	87	89	91	94	96	98
37,2	77	79	80			88	92	92	94	97	
37,8	77	79	82	84	86	88	91	93	95	98	
38,3	78	80	82	84	87	89	92	94	96		
38,9	78	80	83	85	87	90	92	95	97		
39,4	79	81	83	86	88	91	93	96			
40,0	79	81	84	86	89	91	94	96			
40,6	80	82	84	87	89	92	94	97			
41,1	80	82	85	88	90	93	95				
41,7	81	83	85	88	91	94	96				
42,2	81	83	86	89	92	94	97	Ocorrência de morte – acima de 98			
42,8	81	84	87	89	92	95					
43,3	82	84	87	90	93	96					
43,9	82	85	88	91	94	96					
44,4	83	85	88	91	94	97					
45,0	83	86	89	92	95						
45,6	84	86	89	92	96						
46,1	84	87	90	93	96						

Estresse térmico
ameno – 72 a 79

Estresse térmico
moderado – 79 a 89

Estresse térmico
severo – 90 a 98

Fonte: Pires; Campos, (2004).

Outros índices incluem o Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) que incorpora também a radiação solar (temperatura de globo negro), sendo mais completo para ambientes externos ou parcialmente sombreados. Frequentemente aplicado em estudos com sombreamento natural de árvores para conforto de bovinos e outras espécies, a Carga Térmica Radiante (CTR) que considera mais variáveis microclimáticas e pode ser útil para avaliar sombra e ambientes semiabertos e a Entalpia (IE) que mede a carga térmica do ar, considerando temperatura, umidade e pressão atmosférica.

USO DE TECNOLOGIAS NO CONFORTO TÉRMICO ANIMAL

A adoção de IoT e aplicativos é fundamental para garantir o conforto térmico de animais de produção, promovendo bem-estar, eficiência produtiva e sustentabilidade. Essas ferramentas oferecem

monitoramento contínuo, automação inteligente e apoio à tomada de decisões baseadas em dados ambientais e fisiológicos dos animais.

Essas ferramentas de alta tecnologia que envolvem o manejo do conforto térmico de animais de produção é uma necessidade crescente, dada a intensificação da produção, os desafios climáticos e as exigências de bem-estar animal. Elas possibilitam o monitoramento contínuo das condições ambientais, a tomada de decisão em tempo real e a automação de sistemas de climatização, contribuindo diretamente para a produtividade e saúde dos animais.

A IoT e aplicativos podem ser aplicados em vários setores e com diferentes objetivos que abordam a ambiência. Um deles é o monitoramento e controle em tempo real do microclima: Essas tecnologias associadas a sensores de alta precisão que se comunicam com aplicativos móveis são desenvolvidas para identificar zonas de estresse térmico nos ambientes de criação, possibilitando ajustes rápidos. Um estudo demonstrou que o uso da fluidodinâmica computacional (CFD) possibilitou simular e melhorar o fluxo de ar em maternidades suínas, proporcionando melhores condições térmicas (Nunes et al., 2017).

Essas tecnologias são muito eficazes no controle do conforto térmico pois otimizam análises térmicas e tomadas de decisão em tempo real. Um aplicativo desenvolvido para smartphones e tablets conseguiu calcular em tempo real índices de desconforto térmico e temperatura efetiva, reduzindo em 95% o tempo de cálculo necessário quando feito manualmente, tornando a análise mais ágil e acessível (Júnior et al., 2014).

Estudos com simulações computacionais em aviários demonstraram que a coleta de dados climáticos (como temperatura e umidade) via sensores e o uso de softwares especializados podem indicar regiões mais apropriadas para instalação de galpões climatizados, ajustando o manejo conforme o clima local (Vigoderis et al., 2016).

Nessa linha, o Núcleo de Pesquisa em Bem_estar Animal e Ambiência de Precisão (BAEP) do Departamento de Engenharia Rural e Socioeconomia da Faculdade de Ciência Agronômicas (FCA) – Unesp/Botucatu desenvolveu um aplicativo de dispositivos móveis Android no Laboratório de Pesquisa em Ambiência de Precisão.

O aplicativo de dispositivos móveis foi desenvolvido no ambiente integrado de desenvolvimento Android Studio 4.1.2 (Build#AI-201.8743.12.41.7042882) (Android, 2020, através da linguagem de programação orientada a objetos Java (Sierra e Bates, 2005; Deitel e Deitel, 2010). O software foi

desenvolvido para operar no sistema operacional Android a partir da versão Lollipop 5.0 –API 21 (Google Android, 2021).

O aplicativo tem em sua interface a calculadora de ITU, desenvolvido inicialmente para humanos por Thom (1959) e empregado, posteriormente, em bovinos, por Johnson et al. (1962, apud Hotz, 2017). O aplicativo tem a possibilidade do cálculo em tempo real do ITU e, caso o aplicativo aponte estresse, um 'checklist' de medidas mitigatórias para contrapor a situação adversa.

Foi realizado a validação do aplicativo e para isso, foi necessário a coleta dos dados bioclimáticos (Temperatura do Ar e Umidade Relativa do Ar), para que se inserisse no aplicativo e a realização do teste de usabilidade do aplicativo com os funcionários da fazenda na cidade de Descalvado – SP em uma fazenda leiteira de confinamento do tipo free-stall - (com ventilação adiabática evaporativa), localizada em Descalvado – SP.

As vacas eram da raça Holandesa e para identificar se as mesmas estavam ou não em conforto térmico, foram coletados os dados de temperatura e umidade através de um termômetro digital simples, disposto próximos aos animais dentro da instalação.

Foram coletados os dados de temperatura e umidade relativa do ar e utilizado a média do dia. A temperatura média foi de 21°C e a umidade relativa do ar média 43%. O resultado do ITU indicou que os animais estavam em conforto térmico de acordo com os limites pré-estabelecidos por Armstrong (1994), apud Oliveira Júnior, (2016).

Os resultados obtidos através de cálculos manuais do ITU foram idênticos aos cálculos realizados pelo aplicativo, o que significa que o aplicativo indicou de forma precisa e correta o resultado de ITU e grau de bem-estar dos animais, indicando para o usuário condições reais de conforto e/ou estresse térmico.

CONCLUSÕES

Com base no desenvolvimento e validação descritos, conclui-se que o aplicativo móvel criado no Laboratório de Ambiência de Precisão demonstrou ser uma ferramenta eficaz e precisa para o monitoramento do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) em ambientes de produção animal. Ao replicar com exatidão os resultados dos cálculos manuais, o aplicativo comprovou sua confiabilidade e aplicabilidade prática no campo, oferecendo aos usuários uma interface acessível para avaliar em tempo real o conforto térmico dos animais. Além disso, a inclusão de um checklist de medidas mitigatórias em casos de estresse térmico reforça seu potencial como instrumento de apoio à tomada

de decisão no manejo zootécnico, promovendo o bem-estar animal de forma proativa e tecnicamente embasada.

Constata-se também que o uso dessas tecnologias promovem uma gestão mais eficiente dos recursos, contribuindo para a sustentabilidade da atividade agropecuária. A implementação de aplicativos de conforto térmico também favorece o bem-estar animal, atendendo às exigências de bem-estar e às normas de produção responsável.

Investir em ferramentas tecnológicas que auxiliem no controle do conforto térmico é uma estratégia inteligente para melhorar a produtividade, a saúde animal e a sustentabilidade na produção de gado leiteiro e de animais de fazenda. O desenvolvimento e uso de aplicativos voltados ao conforto térmico em instalações para vacas de leite de alta produtividade são importantes porque facilitam a tomada de decisões rápidas e precisas, otimizam o manejo, reduzem erros humanos e aumentam a produtividade.

Essas ferramentas permitem o monitoramento em tempo real de variáveis ambientais promovendo maior conforto térmico, bem-estar animal, sustentabilidade e eficiência nas atividades agropecuárias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDROID.AndroidStudio.Disponívelem:

BATISTA,G.C.;SIQUEIRA,C.M.G.;

FERREIRA,J.P.et al.Estresstérmicoporaltastemperaturasnoconfinamento,estratégiasparaamenizar.Anaisda16ª Mostra de Iniciação Científica-Congrega, Bagé, 2020, ed.16, p.168-174, 26 a 30 de out. 2020.

DAL MÁZ, F. E.; DEBIAGE, R. R.; SCHUH, B. R. F. et al. Estresse térmico em bovinos leiteiros – Impactos, avaliação e medidas de controle. Veterinária em Foco, Canoas, v. 17, n. 2, p. 42-55, jan./jun. 2020.

DEITEL,P.;DEITEL,H.JavaComoProgramar.8.ed.SãoPaulo:Pearson,2010. 1104 p.

FERNANDES, L. G. Interação entre fatores ambientais, saúde, eficiência produtiva e reprodutiva de vacas holandesas em free stall. Tese (Mestrado em Zootecnia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – campus Rio Verde. Rio Verde, p. 60, 2019.

FERREIRA,F.;PIRES,M.F.A.,MARTINEZ,M.L.et al. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico.Arq.Bras.Med.Vet.Zootec., Belo Horizonte, ano 2006, v. 58, n. 5, p. 732-738, 30 jun. 2005.

FIALHO,A.L.L.;SOUZA-CÁCERES,M.B.;SILVA,W.A.L.et al.Efeito do estresse térmico calórico agudo e crônico sobre a qualidade oocitária de bovinos de raças adaptadas.Arq.Bras.Med.Vet.Zootec.,v.70,n.1,p.64-72,dez./2005

GOMES FILHO, J.S. Tela de sombreamento e pintura em telhados e modelos reduzidos de galpões avícolas.Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp - Campus de Jaboticabal. Jaboticabal, p. 86, 2010.

GLE ANDROID. Android Interfaces and Architecture. 2021. Disponível em: <<https://source.android.com/devices/>>.

HOTZ, D. Avaliação do índice de temperatura e umidade para bovinos leiteiros da raça holandesa em Rio do Sul – SC. TCC (Graduação em Agronomia) - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Catarinense – Campus Rio do Sul. Rio do Sul, p. 31, 2017.

LOURENÇO,J.P.A.Estratégiaspara minimizar o estresse térmico em vacas leiteiras. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Unesp – Campus de Botucatu. Botucatu, p. 57, 2019.

MADER, T. L., et al. (2006). Environmental factors influencing dairy cattle production. Journal of Dairy Science, 89(4), 1244-1254.

MATARAZZO, V. SILVA, I. J. O., PERISSINOTTO, M. et al. Intermittência do sistema de resfriamento adiabático evaporativo por aspersão em instalação para vacas em lactação. Eng.Agríc.,Jaboticabal,Jaboticabal,ano2006,v.26,n.3,p. 654-662, 2006.

MELO,A.F.;MOREIRA,J.M.;ATAÍDE,D.S.et al.Efeitos do estresse térmico na produção de vacas leiteiras: Revisão. PUBVET, v. 10, n. 10, p. 721-730, out., 2016.

MOURA, A.K. et al. Influências bioclimáticas e de ambiência no bem-estar de vacas leiteiras. PUBVET, Londrina, V. 4, N. 32, Ed. 137, Art. 926, 2010.

OLIVEIRA JÚNIOR, A. J. Dispositivo móvel para análise de conforto térmico e ambiência. Tese (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp – Campus de Botucatu. Botucatu, p. 85, 2016.

PASTAL, D.; CRISTO, A. B.; FUJISAWA, F.M. et al. Papel do sombreamento no confortotérmicodevacasleiteirascriadadasapasto.VeterináriaemFoco,Canoas,v.12,n.2,p.92-100,jan./jun.2015.

PIRES, M. F. A.; CAMPOS, A. T. U. Modificações ambientais para reduzir o estresse calórico em gado de leite. Embrapa, Juiz de Fora, p. 1-6, dez. 2004.

RODRIGUES, A. L.; SOUZA, B. B.; FILHO, J. M. P. Influência do sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras. Agropecuária científica nosemi-árido, Patos, ano 2010, v.6, n.2, p.14-22, 02, abr/jun.2010.

THOM, E. C. The discomfort index. Weatherwise. v. 12, p. 57-59, 1959

West, J. W. (2003). Effects of heat-stress on production in dairy cattle. Journal of Dairy Science, 86(6), 2131-2144.nn- Berman, A., et al. (2016). Technology and animal welfare: The role of environmental monitoring tools. Animal Welfare, 25(2), 123-132.

Capítulo 5



10.37423/250509984

PESPECTIVAS FUTURAS E INOVAÇÕES NA TECNOLOGIA BIOFLOCOS

Maria Luiza Rodrigues de Souza

Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá.

Anna Beatriz de Carvalho Martins

Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá.

Flávia Luiza Lavach

Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá.

Filipe Antônio Monteiro

Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá.

Gabriela Hernandes Cangianelli

Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá.

Rafael Rusth Costa Texeira

Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá.

Adyel Kenned Souza Freitas

Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá.

Denise Costa dos Santos

Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá.

Aline de Oliveira e Silva

Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá.

Gislaine Gonçalves Oliveira

Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará.

Diogo de Oliveira Marques

Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá.

INTRODUÇÃO

A tecnologia Biofloc, também conhecida como tecnologia de bioflocos, tem surgido como uma solução inovadora e sustentável na aquicultura, oferecendo uma alternativa eficaz para os desafios da produção de organismos aquáticos em sistemas fechados. Esta abordagem, frequentemente chamada de "Biofloc Technology" (BFT), baseia-se na criação e manutenção de uma comunidade microbiana heterotrófica dentro do sistema de cultivo. Esta comunidade desempenha um papel fundamental na melhoria da qualidade da água, na redução da necessidade de renovação do meio e na promoção de um ambiente saudável para o crescimento dos organismos cultivados (EMBRAPA Meio Ambiente, 2024).

Com o aumento contínuo da demanda global por alimentos aquáticos de alta qualidade a necessidade de soluções inovadoras e sustentáveis na aquicultura torna-se cada vez importante. A tecnologia de bioflocos surge como uma abordagem diferenciada para enfrentar esses desafios. Contudo, para garantir sua eficácia, é essencial explorar as tendências emergentes e as inovações associadas a essa tecnologia de produção.

Este trabalho visa oferecer uma análise das perspectivas futuras e das inovações emergentes na tecnologia de bioflocos, abordando aspectos fundamentais que podem influenciar seu desenvolvimento e aplicação. Entre os principais tópicos a serem investigados estão o desenvolvimento de novas técnicas e equipamentos que podem melhorar a eficiência e a sustentabilidade desses sistemas. Além disso, a integração com outras abordagens sustentáveis, como a aquaponia e os sistemas de recirculação de água, pode proporcionar soluções integradas que maximizam a utilização de recursos e promovem uma produção aquática mais ecológica e econômica. Outro ponto a ser abordado é a pesquisa sobre dietas e ingredientes alimentares otimizados para organismos cultivados em sistemas de bioflocos, além da expansão de novas espécies e perspectivas mercadológicas.

Assim, o objetivo do trabalho é explorar abordar as novas demandas do sistema e as estratégias necessárias para uma compreensão mais profunda e eficaz da tecnologia.

DESENVOLVIMENTO DE NOVAS TÉCNICAS E EQUIPAMENTOS

AUTOMAÇÃO DE SISTEMAS DE MONITORAMENTO E CONTROLE

O desenvolvimento de novos equipamentos e técnicas aliados ao uso de sensores avançados e sistemas de controle baseados em inteligência artificial (IA), são capazes de ajustar automaticamente as condições do ambiente, permitindo a otimização de processos, melhoria na qualidade da água e na saúde dos organismos aquáticos, além de reduzir custos operacionais e aumentar a eficiência produtiva.

São poucos os estudos que avaliam ou relacionam diretamente a automação de sistemas e processos com a tecnologia de bioflocos. Por isso, esta revisão aborda a automação e o uso da inteligência artificial aplicadas à aquicultura de forma geral, com potencial de aplicação em sistemas de bioflocos.

Segundo Jiang (2018), a implementação de sistemas inteligentes para realizar o controle e monitoramento das variáveis físico-químicas da água na aquicultura, é um pilar de contribuição direto para elevar a produção do sistema e diminuir os custos que as variações inadequadas desses parâmetros podem causar. A automação da alimentação também é um passo importante, pois permite uma maior frequência alimentar diária, que possibilita a obtenção de melhores resultados como ganho de peso.

Simbeye (2014), em seu trabalho relata alguns setores da aquicultura que podem ser automatizados, dentre eles a parte da alimentação, o acionamento e o desligamento do abastecimento, aeração e o monitoramento e controle dos parâmetros físico-químicos como temperatura e oxigênio dissolvido.

Para Bokinkito Jr (2017), na gestão moderna da área de aquicultura, a supervisão remota do sistema produtivo, controlado por computador, é a futura tendência para a área da aquicultura. O controle ocorre por meio da interação humana com a máquina ou por meio da interação entre as máquinas como no caso do conceito apresentado para o termo IoT. De acordo com Gupta e Kotha (2017), quando a IoT é usada na criação de sistemas inteligentes para a aquicultura, o agricultor pode monitorar facilmente as informações em relação à água, isto é, pH da água, sua temperatura e outros elementos. Usando tais recursos o agricultor pode, por exemplo, prever o que deve ser feito para ampliar o crescimento dos peixes.

Para Jiang (2018), alguns sistemas inteligentes podem contribuir para aumentar a produção e reduzir os custos aplicado na aquicultura quando usados para monitorar variáveis ambientais da água em tempo real, tais como concentração de oxigênio dissolvido (DO) na água, temperatura da água e pH.

Segundo Parra et al. (2017), os sensores a serem usados na aquicultura podem ser de tecnologias sem fio porque fornecem uma infraestrutura promissora para inúmeras aplicações de controle e monitoramento. Essas redes simples de baixo custo permitem que os processos de monitoramento sejam realizados remotamente, em tempo real e com um mínimo de intervenção humana. Além das tecnologias de redes sem fio existentes a um bom tempo no mercado outras novas já foram usadas com sucesso na aquicultura como, por exemplo, Espinosa-Faller (2012), que utilizou o protocolo ZigBee e afirma que a capacidade multi-hop de uma rede ZigBee, fornece um método para ampliar o alcance e aumentar a confiabilidade nas comunicações com fornecimento de baixo custo e tecnologia de fácil implantação e monitoramento podendo ser usada em aquicultura com alta densidade de peixes

Kits como SEN0161, por exemplo, consistem em acompanhamentos com sondagem de pH, temperatura, turbidez e oxigênio dissolvido computadas por microcontrolador Arduino Uno. Sensores de temperatura, que ficam submersos coletando em tempo real a temperatura da água, com precisão de: $\pm 0,5$ °C entre -10 °C e +85 °C busca-se monitorar o aspecto físico da água (Júnior et al., 2018).

Rashid et al (2021) propuseram uma solução baseada em IoT para análise dos parâmetros de qualidade da água em um sistema de bioflocos. Um método de aprendizado de máquina foi aplicado para desenvolver o modelo. Os parâmetros de qualidade da água, incluindo pH, foram analisados e a correlação entre eles é obtida. O modelo de previsão da qualidade da água é ajustado com base nos dados coletados. Os autores apresentaram um sistema que coleta dados usando sensores, analisa-os usando um modelo de aprendizado de máquina, gerando decisões com a ajuda de Inteligência Artificial (IA) e envia notificações ao usuário.

Ahmed et al. (2019) implementaram um sistema inovador baseado em IoT. Eles usaram oxigênio dissolvido, temperatura da água, o potencial de hidrogênio (pH) como parâmetros. O nível da água foi detectado com sensores e, para controlar o sistema, um sistema aerador foi utilizado integrando-se com o microcontrolador NodeMCU v3, relé, fonte de alimentação e hélice. Os dados do sensor foram carregados na nuvem, e o cliente pôde visualizá-los de qualquer lugar. O aplicativo era baseado na web e no Android. O sistema era bom o suficiente, mas seu processo era manual.

CONTROLE INTELIGENTE DE ALIMENTAÇÃO

A automação também se estende ao controle da alimentação. Sistemas automatizados de alimentação utilizam sensores e algoritmos para determinar as necessidades alimentares dos peixes ou camarões,

ajustando a quantidade e a frequência da alimentação com base no comportamento dos animais e nas condições ambientais. Isso reduz o desperdício de alimentos e melhora a conversão alimentar.

Nesse sentido, uma das vantagens da utilização de alimentadores automáticos é a possibilidade de realizar a alimentação dos animais nas quantidades e horários mais adequados conforme a biologia da espécie cultivada. A automatização na alimentação permite uma maior frequência alimentar diária, que possibilita a obtenção de melhores resultados para peso médio final, ganho em peso diário, porcentagem de ganho em peso, ganho em peso relativo e uniformidade dos animais (Schäfer, 2015). A automação da alimentação é comum em países onde a piscicultura é realizada de forma tecnificada, proporcionando maior sustentabilidade da produção, além de reduzir possíveis impactos ambientais da atividade (Brito et al., 2017).

ESTATÍSTICA NAS EMPRESAS MODERNAS DE AQUICULTURA

A estatística moderna tem contribuído significativamente para as tomadas de decisões baseadas em informações coletadas pelos próprios produtores. A indústria 4.0 e toda tecnologia proposta por ela, traz para a era da informação, ferramentas de análises que não era auferido há alguns anos.

Métodos estatísticos avançados juntamente com novas tecnologias emergentes da aquicultura como Tecnologia em Biofoco, cultivos intensivos em sistema de Recirculação (RAS - Recirculating aquaculture system), podem propiciar sinergicamente um grande diferencial no mercado competitivo da aquicultura.

Uma ferramenta estatística recentemente aplicada ao crescimento do camarão *Litopenaeus vannamei* é o Modelo Bayesiano Hierárquico (MBH). É evidente a importância de modelar o crescimento do camarão ao longo do cultivo em sistemas de produção. Naturalmente, na aquicultura, monitoram-se o peso médio e o ganho de peso dos organismos cultivados, o que, consequentemente, dificulta a estimativa da biomassa através da sobrevivência/mortalidade, sendo essas avaliações realizadas por meio de biometrias geralmente semanais. Portanto, modelar o crescimento do animal nas através da perspectiva Bayesiana permite a atualização contínua da informação ou do aprendizado da fazenda no processo de produção em várias hierarquias desejadas. Por exemplo, ao nível da fazenda como um todo, facilitando a tomada de decisão; ao nível de tanque, possibilitando a comparação dos seus sistemas de produção ou estratégias de manejo; ou até mesmo ao nível dos ciclos de produção, investigando novos tratamentos no desempenho do animal, como rações inovadoras no mercado,

lotes de diferentes larviculturas, prebióticos e probióticos, ou qualquer outro fator que influencie a produção da empresa (Silva et al., 2022).

USO DE ROBÓTICA E DRONES

A robótica e os drones podem ser explorados em sistemas de bioflocos para realizar tarefas como monitoramento visual, coleta de amostras e inspeção de equipamentos. Esses dispositivos podem acessar áreas de difícil alcance e fornecer dados precisos sobre a condição dos sistemas e dos organismos aquáticos.

O mercado aquícola já oferece robôs para limpeza de tanques ou redes (Osaka et al., 2010), aplicações de vacinas automáticas (Lee et al., 2013) há alguns anos. No entanto, com a indústria 4.0 além de utilizar a robótica, equipamentos eletrônicos, TI e toda automação, conectam-se todos os dispositivos, sensores ou artefatos eletrônicos portáteis (gadgets) para prover uma tecnologia conjunta com algoritmos inteligentes e possibilitar decisões rápidas autônomas de toda rede envolvida. Como resultado disso os robôs podem fazer monitoramento da saúde dos peixes, prevenção de fugas (Ohrem et al., 2020), remoção autônoma de indivíduos doentes (Antonucci e Costa, 2020). Os Drones são uma ótima ferramenta para coleta de dados acima ou abaixo da água e uma das suas utilizações mais relevantes para a indústria é a coleta instantânea de novas informações, que dificilmente poderia ser aferido por alguma pessoa, onde combinada com algoritmos poderosos (IA), computação na nuvem já estão proporcionando reduções de custos, melhoria significativa nas operações, evidenciando eficiência na produção na aquicultura (Yoo et al., 2020).

INTEGRAÇÃO COM OUTRAS TECNOLOGIAS DE SUSTENTÁVEIS

O desenvolvimento de novos sistemas e estratégias é uma constante nas linhas de pesquisa em aquicultura, pois para aumentar a produção de organismos aquáticos, a aquicultura deve crescer de forma sustentável e seus impactos ambientais devem ser significativamente reduzidos (Ahmed e Thompson, 2018).

A integração da tecnologia de bioflocos com outras abordagens de aquacultura, como os Sistemas Integrados de Aquicultura Multitróficos - IMTA (Legarda et al., 2019), Aquaponia (Calone et al., 2019) e os Sistemas de Recirculação para Aquicultura – RAS (Castilho-Barros et al., 2018) tem mostrado resultados promissores. A combinação de todo o conhecimento envolvido nessas formas emergentes de culturas integradas dá uma compreensão mais profunda da interação entre os organismos aquáticos e o ambiente em que estão sendo cultivados, permitindo a criação de sistemas mais

complexos e eficientes, onde os resíduos de uma espécie são utilizados como recursos para outra, promovendo a sustentabilidade e a eficiência dos sistemas de produção.

SISTEMAS INTEGRADOS DE AQUICULTURA MULTITRÓFICOS - AMTI

A Aquicultura Multitrófica Integrada (AMTI) em sistema BFT pode contribuir para o desenvolvimento sustentável da aquicultura, através da produção de organismos aquáticos e vegetais em conjunto. A AMTI é um sistema que consiste em reciclar os resíduos do cultivo de uma espécie, para convertê-los em aportes na forma de alimento ou fertilizantes para outra. Assim, a palavra “multitrófica” se refere à incorporação de espécies de diferentes níveis tróficos no mesmo sistema (Chopin et al., 2006) e a palavra “integrada” em AMTI significa o cultivo intensivo de diferentes espécies que estão conectadas pelos nutrientes e transferência energética através da água, mas não necessariamente no mesmo lugar (Chopin et al., 2001; Chopin, et al., 2006; Neori et al., 2004; Troel et al., 2003).

A combinação entre BFT e AMTI em um sistema intensivo com recirculação de água, resulta em um baixo consumo de água e um elevado aproveitamento de resíduos orgânicos. Existem reportes de várias combinações de peixes, crustáceos, moluscos e macroalgas (Troel et al., 2003) não somente no mar aberto, senão também indoor em tanques (Abreu et al., 2009 e 2011). A maioria dos sistemas têm demonstrado que este sistema pode ser uma alternativa para biorremediar os compostos inorgânicos nos sistemas de cultivo tradicionais (Troel et al., 2003). Por exemplo, em sistemas de cultivo em água doce os efluentes de um monocultivo podem ser utilizados como fertilizantes para cultivos de hortaliças, (Konig et al., 2018), mas em cultivos marinhos as altas salinidades limitam essa prática, e para isso tem sido estudados sistemas de aquaponia com plantas halófitas (Pinheiro et al., 2017; Poli et al., 2019), ou em efluentes de cultivos com baixas salinidades podem ser aplicados como fertilizantes para tomates (MariscalLagarda, Paez-Osuna, 2014).

Tem sido pouco estudada a AMTI em BFT, e ainda há muito para ser estudado antes de se estabelecer um sistema comercial. Porém, existem alguns estudos preliminares em cocultivo de camarão e macroalgas como *Ulva lactuca* e *Gracilaria birdiae* (Rocha et al., 2023, Brito et al., 2014).

Rocha et al., (2023) avaliaram o cultivo com tecnologia de bioflocos de *Ulva ohnoi* (espécie de alga verde-clara da família *Ulvaceae*) quanto ao seu desempenho de crescimento e teor de biocompostos. Como conclusão, maiores teores de proteína e ulvana foram observados após a espécie ser cultivada em bioflocos.

A aquicultura multitrófica integrada aplicada à carcinicultura em sistema fechado de recirculação de bioflocos também foi investigada por Poli et al. (2019). Os pesquisadores avaliaram o desempenho de um sistema integrado de aquicultura multitrófico aplicado à criação do camarão *L. vannamei* em tanque de criação (800 L), tanque de criação de tilápia *O. niloticus* (90 L) e bancada hidropônica com 0,33 m² de área plantada para a cultura *Sarcocornia ambigua*. O estudo demonstrou um aumento no rendimento de até 21,5% pela integração multitrófica das três espécies em um sistema de bioflocos.

AQUAPONIA

A combinação de sistemas de aquaponia com a tecnologia de produção em bioflocos, tem sido aplicada tanto para fins de pesquisa como para procedimentos comerciais (Kotzen et al., 2019). No sistema BFT, os nutrientes são continuamente reciclados e reutilizados no meio sem a renovação de água. Essa ação promove o crescimento de micro-organismos (agregados de bioflocos), benéficos para o desenvolvimento dos organismos aquáticos cultivados (Avnimelech, 2015). Na aquaponia, tecnologia que combina o cultivo de peixes e o cultivo de plantas sem solo de forma integrada os resíduos produzidos pelos peixes são absorvidos pelas plantas e as plantas recebem os nutrientes de que precisam para crescer e filtram a água, tornando-a segura para os peixes.

A integração desses sistemas de produção tem como objetivo aumentar a produtividade, reduzir a descarga de efluentes e utilização de água e, ainda, diminuir os custos energéticos. Com isso, pretende-se aumentar a produção de alimentos de uma forma integrada, eficiente e sustentável (Pinho; Molinari & Mello, 2017). A estrutura tradicional para aquaponia é composta por um tanque para os animais, um sedimentador para a remoção dos sólidos suspensos, um biofiltro para nitrificação e uma bancada hidropônica para a produção dos vegetais, onde as plantas vão ter contato com a água do cultivo (Lennard; Leonard, 2006).

Três tipos de estruturas de hidroponia são comumente usados: 1 - cama de substrato ou substrato semi-seco, no qual as calhas são preenchidas com substrato inerte (argila expandida, perlita ou cascalho) que servem de suporte para as raízes e substrato microbiano, e são alternadamente alagadas e drenadas; 2 - bandejas flutuantes, é a estrutura mais usada comercialmente e consiste em largos canais com cerca de 50 cm de profundidade e cobertos com bandejas flutuantes de poliestireno, as quais são perfuradas para colocação das plantas e suas raízes estão em contato com a água todo o tempo; e 3 - sistema de filme nutriente, que é formado por tubos estreitos paralelos, onde as raízes

das plantas permanecem parcialmente submersas em um filme de água que passa através dos canais de irrigação (Goddek et al., 2015; Lennard; Leonard, 2006; Rakocy, 2016).

Nem todas as espécies são aptas para aquaponia e tecnologia de bioflocos, algumas características são indispensáveis para o animal melhor se aclimatar ao sistema, como resistência à alta densidade, tolerância a níveis intermediário de oxigênio dissolvido (3 a 6 mg L⁻¹) e tolerância a variações de compostos nitrogenados (Emerenciano et al., 2013). Outro aspecto importante é tolerar altas concentrações de sólidos suspensos que para as tilápias é de 40 a 60 ml L⁻¹ (De Schryver et al., 2008), e para camarões de 20 a 50 ml L⁻¹ (Emerenciano et al., 2013), além da necessidade anatômica de aparelhos de filtragem, hábitos onívoros e sistema digestivo adaptado a melhor assimilar os flocos microbiano (Crab et al., 2012; Emerenciano et al., 2017). Neste sentido vem sendo utilizado espécies de camarão marinho como a *Litopenaeus vannamei*, de água doce *Macrobrachium rosenbergii* e de peixes exóticos/nativos *Oreochromis niloticus*, *Brycon orbignyianus*, *Colossoma macropomum*, *Piaractus mesopotamicus* e o uso de peixes ornamentais (Carneiro et al., 2015; Emerenciano et al., 2017).

Em relação as espécies vegetais, aquelas aclimatadas à hidroponia são recomendadas para a aquaponia, principalmente as hortaliças que toleram oscilações nos teores de nutrientes dissolvidos sem ocasionar sintomas graves de deficiência nutricional e toleram altos teores de água em suas raízes (Carneiro et al., 2015)

Diversos autores obtiveram êxito em seus trabalhos na produção de vegetais irrigados com efluentes da aquicultura e de sistemas de BFT's, tornando-o ainda mais sustentável (Love et al. 2015; Bailey e Ferrarezi 2017; Carneiro et al., 2015; Silva et al., 2018; Guardabaxo et al., 2020; Pinho et al., 2018; Lenz et al, 2018, Mendes et al. 2021).

SISTEMAS DE RECIRCULAÇÃO PARA AQUICULTURA – RAS

Nos últimos anos as pesquisas envolvendo os sistemas de recirculação ganharam destaque abordando uma ampla gama novas tecnologias, bem como, o uso de novas espécies de organismos aquáticos com potencial de cultivo. Os RAS são sistemas tecnificados, onde um conjunto de componentes estruturais trata a água em um circuito fechado e contínuo de recirculação, mantendo as variáveis físico-químicas dentro dos parâmetros desejados (Blancheton, 2007).

A utilização deste sistema é um conceito relativamente moderno, muito original e extremamente necessário, onde podemos criar uma gama infinita de espécies de organismos aquáticos em altas

densidades, com autonomia sobre as variáveis ambientais de um ambiente controlado (Attramadal et al., 2014; Orellana et al., 2014; Ngoc et al., 2016; Badiola et al., 2017; Chun et al., 2018; Owatari et al., 2018; Long et al., 2019; Pedrosa et al., 2019).

Os sistemas de recirculação preconizam a reutilização da água filtrando e retirando os resíduos indesejados dos tanques, mantendo assim as condições ideais para o conforto e crescimento das espécies alvo (Martins et al., 2010). A água, continuamente tratada e reciclada, é constantemente monitorada e o controle rigoroso dos níveis de poluentes é medido, oferecendo maior sustentabilidade ambiental, permitindo a integração com outras atividades agrícolas e diferentes espécies (Summerfelt et al., 2006; Badiola et al., 2017; Poli et al., 2019; Legarda et al., 2019). Outra vantagem importante é que a tecnologia RAS é adaptável às espécies, o que permite que os operadores troquem de espécies para acompanhar a tendência do mercado de produtos aquáticos (Bijo, 2007; Martins et al., 2010; Timmons e Ebeling 2010). No entanto, percebemos que em países como o Brasil, a migração da produção para este modelo de sistema ainda é um paradigma, o que esbarra nos altos custos de energia elétrica e insumos para construção dos sistemas. Isso torna a implementação de sistemas RAS lenta e inviável em muitas situações.

Estudos que verificam o uso da tecnologia RAS para aquicultura de espécies de água doce (Al-Hafedh et al., 2003; Guerdat et al., 2010; Owatari et al., 2018; Pedrosa et al., 2019; Poli et al., 2019) e espécies marinhas (Orellana et al., 2014; Sterzelecki et al., 2017; Legarda et al., 2019; Mota et al., 2019) estão sendo desenvolvidos em muitas partes do mundo.

Em consórcio com o sistema de bioflocos, Legarda et al. (2019) investigaram um sistema de recirculação de água integrando a criação do camarão-branco-do-pacífico *Litopenaeus vannamei* e tainha *Mugil curema* em um sistema de bioflocos em escala experimental. Após 53 dias, o peso final do camarão $12,56 \pm 0,22$ g e a taxa de sobrevivência $91,8\% \pm 2,9\%$ foram semelhantes entre os tratamentos. Os peixes apresentaram taxa de sobrevivência de $91,1\% \pm 10,2\%$ e crescimento adequado para as espécies *Mugil* $0,71 \pm 0,05$ g semana⁻¹ no sistema integrado. No tratamento camarão + peixe, a produtividade aumentou 11,9% ao combinar biomassa de camarão + tainha. O tratamento camarão + tainha também apresentou um aumento de 16,8% na retenção de fósforo em comparação ao tratamento somente camarão.

PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE DIETAS ALIMENTARES

OTIMIZADAS PARA SISTEMAS DE BIOFLOCOS

A otimização das dietas alimentares para sistemas bioflocos é crucial para garantir a eficiência e a sustentabilidade da aquicultura moderna. Os avanços recentes nessa área têm se concentrado principalmente na incorporação de ingredientes inovadores, como farinhas de insetos e algas. Ambos têm se destacado por oferecer um perfil nutricional favorável e, ao mesmo tempo, potencialmente reduzir custos e impactos ambientais em comparação com as dietas convencionais (Oliveira et al., 2023; Kroeckel et al., 2012). Esses ingredientes não apenas melhoram a qualidade nutricional das dietas, mas também promovem a sustentabilidade dos sistemas de cultivo.

Além disso, a inclusão de probióticos e pré-bióticos nas dietas tem mostrado benefícios significativos, como a melhoria da digestibilidade dos alimentos e o suporte a um microbioma intestinal saudável. Esses aditivos promovem benefícios à saúde dos organismos e para estabilidade dos sistemas, auxiliando na prevenção de doenças e na manutenção da sustentabilidade dos cultivos (Yin et al., 2018; Lara et al., 2021).

Outro aspecto fundamental é a adaptação das dietas para as diferentes espécies cultivadas em sistemas bioflocos. As fórmulas alimentares precisam ser ajustadas de acordo com as necessidades nutricionais específicas e as características de diferentes peixes e crustáceos (García et al., 2021). A diversificação das espécies e a inovação nas dietas são estratégias essenciais para expandir a tecnologia bioflocos e aumentar sua aceitação em novos mercados (Martínez-Álvarez et al., 2020).

Portanto, as pesquisas em dietas alimentares otimizadas para sistemas bioflocos indicam que a inclusão de ingredientes como farinhas de insetos, algas e probióticos pode não apenas melhorar a eficiência alimentar, mas também promover um microbioma benéfico, contribuindo para o sucesso e a sustentabilidade desses sistemas.

FARINHAS DE INSETOS

A alimentação de peixes na aquicultura tradicionalmente utiliza farinhas de peixe como principal fonte de proteína devido ao seu excelente perfil de aminoácidos e digestibilidade. No entanto, com o aumento da produção de peixes e as limitações na disponibilidade e custo da farinha de peixe. Dessa maneira, alternativas sustentáveis têm sido exploradas e com isso farinhas vegetais e de insetos começam a se destacarem.

No contexto dos sistemas bioflocos, a incorporação de farinhas vegetais e de insetos nas dietas pode atuar tanto como complemento quanto como uma opção alimentar independente. De acordo com a literatura, essas alternativas não apenas reduzem a dependência da farinha de peixe, mas também oferecem um perfil nutricional mais equilibrado e diminuem o impacto ambiental associado à produção de ração (Oliveira et al., 2023; Kroeckel et al., 2012). A integração dessas farinhas melhora a eficiência alimentar e a sustentabilidade dos sistemas bioflocos, alinhando-se com os princípios de economia de recursos e menor pegada ecológica.

Portanto, a adoção de farinhas vegetais e de insetos em sistemas Biofloc representa uma abordagem eficaz para melhorar a eficiência alimentar e a sustentabilidade na aquicultura, alinhando-se com os princípios de reciclagem e otimização dos recursos promovidos por essa tecnologia.

A farinha de soja, uma das principais fontes de proteína vegetal, é frequentemente utilizada como substituto da farinha de peixe. Ela oferece um alto valor proteico e um perfil de aminoácidos relativamente bom, além de ser econômica. No entanto, sua eficácia é limitada por fatores como a ausência de alguns aminoácidos essenciais, baixa palatabilidade e a presença de antinutricionais, o que pode afetar o desempenho dos peixes quando utilizada em grandes proporções (Jang et al., 2010; Gatlin et al., 2007; Krogh et al., 2010).

Por outro lado, as farinhas de insetos têm emergido como uma alternativa promissora devido a várias vantagens. Insetos como larvas de *Tenebrio molitor* (tenébrio), *Bombyx mori* (bicho-da-seda), moscas-soldado-negras (*Hermetia illucens*) e outros são ricos em proteínas e apresentam boa digestibilidade. Estudos mostram que quando insetos são incluídos nas dietas de peixes, como evidenciado por Tran (2022), há um aumento significativo no crescimento dos peixes e uma redução no fator de conversão alimentar. Esse desempenho varia conforme a espécie e o estágio de desenvolvimento dos insetos e dos peixes. No entanto, substituições superiores a 30% de farinha de peixe por farinha de insetos podem levar a efeitos negativos no crescimento dos peixes (Hua, 2021; Liland et al., 2021).

A farinha de insetos também se destaca por sua sustentabilidade. Insetos podem ser cultivados em grande escala com menor uso de água e terra em comparação com a produção tradicional de proteína animal. Eles possuem uma rápida taxa de crescimento e alta eficiência de conversão alimentar, sendo capazes de transformar resíduos orgânicos em biomassa rica em proteínas e lipídios, reduzindo problemas ambientais associados ao manejo de resíduos (Henry et al., 2015; Makkar et al., 2014; Smetana et al., 2016).

Portanto, a substituição parcial da farinha de peixe por farinha de insetos representa uma alternativa benéfica, especialmente quando a farinha de peixe está se tornando mais cara e menos disponível. As farinhas de insetos podem oferecer um perfil nutricional competitivo e sustentável, apesar de que seu uso deve ser otimizado para evitar impactos negativos no desempenho dos peixes.

No estudo de (Tubin et al., 2020) o uso de farinhas de larvas de tenébrios e de baratas cinéreas em dietas para tilápias cultivadas em sistemas de bioflocos foi avaliado em diferentes níveis de inclusão. A farinha de tenébrios, quando incluída até 10% na dieta, não apresentou efeitos negativos significativos sobre o desempenho, índices somáticos, hematológicos ou a composição da carcaça dos peixes. No entanto, níveis superiores a 10% resultaram em queda de produtividade, aumento da mortalidade e elevação dos lipídios na carcaça devido ao alto teor lipídico e à presença de quitina, um fator anti-nutricional. Por outro lado, a farinha de barata cinérea não afetou negativamente a conversão alimentar, a sobrevivência ou a produtividade das tilápias. A melhor performance foi observada com níveis de inclusão de até 8,5%, e não se recomenda usar mais de 15%, pois níveis superiores não são benéficos para os alevinos. Portanto, a farinha de insetos pode ser vantajosa, mas deve ser utilizada dentro dos limites recomendados para evitar problemas de saúde e desempenho dos peixes (Tubin et al., 2020).

UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS E INGREDIENTES ALTERNATIVOS

Há um interesse crescente na utilização de subprodutos da indústria agroalimentar e ingredientes alternativos para reduzir os custos e o impacto ambiental das dietas. Ingredientes como resíduos de alimentos, microalgas e fontes alternativas de proteína estão sendo investigados para melhorar a sustentabilidade das dietas.

A produção contínua de resíduos agroindustriais e o descarte adequado são grandes problemas ambientais. Ainda assim, o valor nutricional aprimorado desses resíduos agroindustriais está abrindo caminho para que esses resíduos sejam valorizados em ração animal/peixes (Jayant et al., 2018)

O estudo avaliou o uso de diferentes fontes de carboidratos (resíduo de cervejaria, melaço de cana e farinha de mandioca) em sistemas de bioflocos para o crescimento do camarão *Litopenaeus vannamei*. Ao longo de 55 dias, os resultados mostraram que o resíduo de cervejaria proporcionou o melhor desempenho zootécnico, com taxas de sobrevivência variando entre 74-82%, ganho de peso entre 3,5-5,0 g e peso final entre 4,2-5,7 g. Esse substrato também promoveu uma maior formação de flocos microbianos (Gardini et al., 2016).

Scopel et al (2011) com o objetivo de avaliar a substituição de farinha de peixe em dietas para o camarão *Litopenaeus vannamei* cultivado em sistemas de bioflocos, testaram três dietas: uma sem farinha de peixe (dieta A, 100% de substituição), uma com 12,5% de farinha de peixe (dieta B, 40% de substituição) e uma dieta controle com 21% de farinha de peixe (dieta C, 0% de substituição). Nas dietas A e B, farelo de soja e farinhas de carne e vísceras foram usados como substitutos proteicos. Os resultados mostraram que os camarões alimentados com a dieta B alcançaram o maior peso final ($11,63 \pm 1,38$ g), superior ao peso final obtido com a dieta A ($9,39 \pm 0,31$ g) e com a dieta C ($10,20 \pm 1,10$ g). O estudo concluiu que a substituição de até 40% de farinha de peixe por outros ingredientes é viável em cultivos superintensivos de *L. vannamei* com bioflocos, sem comprometer o desempenho zootécnico dos camarões ou a qualidade da água (Scopel et al., 2011).

EFEITO DOS PROBIÓTICOS E PRÉ-BIÓTICOS

A adição de probióticos e pré-bióticos às dietas tem mostrado potencial para melhorar a digestibilidade dos alimentos e a resistência a doenças. O equilíbrio adequado de microrganismos benéficos pode contribuir para a estabilidade e a saúde do sistema. O estudo avaliou o desempenho do camarão *Litopenaeus vannamei* alimentado com dietas de diferentes níveis protéicos (20%, 25%, 30% e 35%) em sistemas de bioflocos, com e sem adição de probióticos.

Após 50 dias de cultivo, não foram observadas diferenças significativas no peso médio final dos camarões ($7,2 \pm 0,4$ g), mas a interação entre níveis de proteína e probióticos influenciou significativamente a sobrevivência (70,5-90,0%) e a biomassa final ($1,3$ - $2,0$ kg/m³). Os resultados mostram que é possível reduzir o nível de proteína da dieta de 35% para 25% sem comprometer o desempenho zootécnico e a qualidade da água, destacando a eficiência dos bioflocos e o benefício dos probióticos em cultivos intensivos (De melo et al., 2015).

TECNOLOGIAS DE PROCESSAMENTOS DE INGREDIENTES PARA SISTEMA BIOFLOCOS:

A evolução das tecnologias voltadas para o processamento de ingredientes para dietas em sistema bioflocos tem sido crucial para otimizar a eficiência e a sustentabilidade desses sistemas aquáticos. Entre as inovações mais relevantes, destaca-se a tecnologia de extrusão, que combina processos térmicos e mecânicos para moldar e cozinhar ingredientes alimentares. A extrusão melhora a digestibilidade e a qualidade das rações, resultando e maior palatabilidade além de ser menos poluentes, o que é essencial para esse tipo de manejo (Feed extrusion, 2024).

A nutrição personalizada, suportada por software avançado e análise de dados, permite a formulação de dietas específicas para diferentes espécies e estágios de desenvolvimento. Essa abordagem garante que as necessidades nutricionais dos organismos sejam atendidas de maneira precisa e eficaz. E por fim, sistemas avançados de monitoramento e controle de qualidade são empregados para garantir que os ingredientes e as dietas atendam aos padrões nutricionais e de segurança. Esses sistemas, que incluem sensores e software de gestão, são essenciais para manter a qualidade das dietas no sistema de bioflocos.

EXPANSÃO DA TECNOLOGIA BIOFLOCOS PARA NOVAS ESPÉCIES E MERCADOS

A tecnologia bioflocos, tradicionalmente utilizada no cultivo intensivo de camarões e peixes de importância comercial, tem demonstrado um crescente potencial para diversificação de espécies. Esta abordagem inovadora pode incorporar não apenas as espécies convencionais, mas também peixes ornamentais, moluscos e crustáceos não tradicionais. A diversificação é impulsionada pela busca de novas oportunidades de mercado e pela necessidade de otimizar a utilização dos recursos disponíveis, maximizando os benefícios do sistema bioflocos.

A expansão dessa tecnologia para novas espécies está promovendo a adaptação do sistema a uma variedade mais ampla de organismos aquáticos. O sucesso dessa adaptação depende da capacidade das espécies em tolerar as condições específicas, (Emerenciano et al., 2013). Inovações contínuas e pesquisas focadas na adaptação de novas espécies ao sistema são cruciais para ampliar o potencial da aquicultura e atender às demandas diversificadas dos mercados emergentes.

EXPANSÃO PARA NOVOS MERCADOS E PERSPECTIVAS FUTURAS

A tecnologia bioflocos (BFT) tem demonstrado uma expansão significativa em diversos setores da aquicultura, impulsionada pela sua capacidade de promover sistemas sustentáveis e eficientes. No cenário atual, a inovação e a adaptação da tecnologia a novos mercados e espécies têm gerado um interesse crescente, refletindo tendências emergentes que podem moldar seu futuro. Esse sistema de cultivo tem evoluído para atender a uma variedade crescente de mercados além dos tradicionais camarões e peixes de cultivo intensivo. Essa expansão é impulsionada pela demanda por práticas mais sustentáveis e pela necessidade de diversificação das espécies cultivadas.

A adaptação da tecnologia para peixes ornamentais, moluscos e crustáceos não convencionais pode abrir novas oportunidades comerciais. A produção de peixes ornamentais em sistemas bioflocos, por exemplo, pode se beneficiar da eficiência do sistema em termos de espaço e recursos, enquanto a

inclusão de moluscos e crustáceos não convencionais atende a demandas gourmet e especializadas, ampliando as possibilidades de mercado.

Para o futuro, a tecnologia deverá expandir ainda mais sua aplicação, porém esta expansão exigirá inovação contínua em técnicas de manejo, formulação de dietas e controle dos parâmetros do sistema, de modo a adaptar a tecnologia às necessidades específicas das espécies utilizadas para a produção. Personalizar a tecnologia para atender a uma ampla gama de demandas será crucial para seu sucesso e sustentabilidade a longo prazo.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento contínuo da tecnologia de bioflocos contribui significativamente para a sustentabilidade e a eficiência da aquacultura. A automação aliada a Inteligência Artificial, o desenvolvimento de novas técnicas e equipamentos, a formulação de alimentos otimizados, e a integração com outras tecnologias são áreas-chave que estão impulsionando essa inovação. Esses avanços não só melhoram a eficiência operacional, mas também garantem a saúde e o bem-estar dos organismos aquáticos, promovendo uma aquacultura mais sustentável e rentável.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M. H. et al. IMTA with *Gracilaria vermiculophylla*: Productivity and nutrient removal performance of the seaweed in a land-based pilot scale system. *Aquaculture*, v. 312, n. 1–4, p. 77-87, 2011.
- ABREU, M. H. et al. Traditional vs. Integrated Multi-Trophic Aquaculture of *Gracilaria chilensis* C. J. Bird, J. McLachlan & E. C. Oliveira: Productivity and physiological performance. *Aquaculture*, v. 293, n. 3-4, p. 211-220, 2009.
- AHMED, R. et al. Efficient Water Quality Prediction Using Supervised Machine Learning. *Water*, v. 11, n. 11, p. 2210, 2019.
- AHMED, N.; THOMPSON, S. The blue dimensions of aquaculture: A global synthesis. *Science of The Total Environment*, 2018.
- AL-HAFEDH, Y. S.; ALAM, A.; ALAM, M. A. Performance of plastic biofilter media with different configuration in a water recirculation system for the culture of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquacultural Engineering*, v. 29, n. 3-4, p. 139-154, 2003. ANTONUCCI, F.; COSTA, C. Precision aquaculture: a short review on engineering innovations. *Aquaculture International*, v. 28, n. 1, p. 41-57, 2020.
- ATTRAMADAL, K. J. et al. RAS and microbial maturation as tools for K-selection of microbial communities improve survival in cod larvae. *Aquaculture*, v. 432, p. 483-490, 2014.
- AVNIMELECH, Y. Biofloc technology – A practical guide book. 3. ed. Baton Rouge: The World Aquaculture Society, 2015.
- BADIOLA, M. et al. Land based on-growing of Atlantic cod (*Gadus morhua*) using Recirculating Aquaculture Systems; a case study from the Basque region (Northern Spain). *Aquaculture*, v. 468, p. 428-441, 2017.
- BENAVENT, M. P. et al. Enhanced fish bending model for automatic tuna sizing using computer vision. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 150, p. 277-285, 2018.
- BIJO, P. A. Feasibility study of a recirculation aquaculture system. Kuala Lumpur: Malaysian Fisheries Development Authority, 2007.
- BLANCHETON, J. P. et al. Intensification of landbased aquaculture production in single pass and reuse systems. *Aquacultural Engineering and Environment*, Research Signpost, Kerala, India, p. 21-47, 2007.
- BOKINGKITO JR, P. B.; LLANTOS, O. E. Design and Implementation of Real-Time Mobile-based Water Temperature Monitoring System. *Procedia Computer Science*, v. 124, p. 1002-1008, 2017.
- BRITO, L. O. et al. Water quality, *Vibrio* density and growth of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) in an integrated biofloc system with red seaweed *Gracilaria birdiae* (Greville). *Aquaculture Research*, p. 11, 2014.
- CALONE, R. et al. Improving water management in European catfish recirculating aquaculture systems through catfish-lettuce aquaponics. *Science of The Total Environment*, 2019.

CARNEIRO, P. C. F. et al. Aquaponia: produção sustentável de peixes e vegetais. In: Tavares-Dias, M.; Mariano, W. S. (Org.). *Aquicultura no Brasil: novas perspectivas*. São Carlos: Editora Pedro & João, p. 683-706, 2015.

CARNEIRO, P. C. F. et al. Produção Integrada de Peixes e Vegetais em Aquaponia. Aracajú – SE: Embrapa, 2015.

CHOPIN, T. et al. Integrating seaweeds into marine aquaculture systems: a key toward sustainability. *Journal of Phycology*, v. 37, p. 975-986, 2001.

CHOPIN, T. et al. Integrated multi-trophic aquaculture: Seaweeds and beyond... The need of an interdisciplinary approach to develop sustainable aquaculture. *Journal of Phycology*, v. 42, p. 11, 2006.

CHUN, S. J. et al. Improving water quality using settleable microalga *Ettlia* sp. and the bacterial community in freshwater recirculating aquaculture system of *Danio rerio*. *Water Research*, v. 135, p. 112-121, 2018.

CRAB, R. et al. Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. *Aquaculture*, v. 356–357, p. 351–356, 2012.

DE SCHRYVER, P.; CRAB, R.; DEFOIRDT, T. The basics of bio flocs technology: the added value for aquaculture. *Aquaculture*, v. 277, p. 125–137, 2008.

EMERENCIANO, M.; CUZON, G.; PAREDES, A.; GAXIOLA, G. Evaluation of biofloc technology in pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* culture: growth performance, water quality, microorganisms profile and proximate analysis of biofloc. *Aquaculture International*, v. 21, p. 1381-1394, 2013.

EMERENCIANO, M. G. C.; MARTINEZ-CÓRDOVA, L. R.; MARTINEZ-PORCHAS, M.; MIRANDA-BAEZA, A. Biofloc Technology (BFT): A Tool for water Quality

Management in Aquaculture. *World's largest Science, Technology & Medicine*, v. 1, p. 92-100, 2017.

EMERENCIANO, M. G. C.; PINHO, S. M.; CARNEIRO, P. C. F. Aquaponia no Brasil: O que o futuro nos aguarda? *Aquaculture Brasil*, março/2018, p. 34-41.

ESPINOSA-FALLER, F. J.; RENDÓN-RODRÍGUEZ, G. E. A ZigBee Wireless Sensor Network for Monitoring an Aquaculture Recirculating System. *Journal of Applied Research and Technology*, v. 10, n. 3, p. 380–387, 2012.

GANDINI, Fernanda Alves et al. Avaliação de diferentes fontes de carboidratos para o sistema de bioflocos e crescimento do camarão branco. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 42, n. 4, p. 831-843, 2016.

GARCÍA, A. M. et al. Nutritional requirements and dietary formulations for alternative species in Biofloc systems. *Aquaculture Nutrition*, v. 27, n. 4, p. 563-574, 2021. GATLIN III, Delbert M. et al. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquaculture Research*, v. 38, n. 6, p. 551-579, 2007.

GODDEK, S. et al. Challenges of Sustainable and Commercial Aquaponics.

Sustainability, v. 7, n. 4, p. 4199–4224, 2015.

GUARDABAXO, C. M. S. et al. Cultivo da rúcula em sistema hidropônico sob diferentes concentrações de sais. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, v. 14, p. 274-282, 2020.

GUERDAT, T. C. et al. An evaluation of commercially available biological filters for recirculating aquaculture systems. *Aquacultural Engineering*, v. 42, n. 1, p. 38-49, 2010. HENRY, M. et al. Review on the use of insects in the diet of farmed fish: past and future. *Animal Feed Science and Technology*, v. 203, p. 1-22, 2015.

HUA, Katheline. A meta-analysis of the effects of replacing fish meals with insect meals on growth performance of fish. *Aquaculture*, v. 530, p. 735732, 2021.

JANG, Eun-Hee et al. In vivo and in vitro application of black soybean peptides in the amelioration of endoplasmic reticulum stress and improvement of insulin resistance. *Life Sciences*, v. 286, p. 120056, 2022.

JAYASINGHE, K.; BILIMORIA, M. J.; MANI, S. The development of a new biological filter for recirculating aquaculture systems. *Aquaculture Engineering*, v. 38, n. 4, p. 132143, 2008.

JIANG, Wei; WANG, Jie; YAO, Haiyan. A novel recirculating aquaculture system combined with in-situ oxygenation for water quality management. *Environmental Science & Technology*, v. 50, n. 24, p. 13215-13223, 2016.

JIN, F. et al. Application of biofloc technology for improving water quality and growth performance of juvenile olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture Research*, v. 49, n. 7, p. 2545-2556, 2018.

KALITAS, S. et al. Improving aquaponic plant growth and aquaculture water quality through chemical amendments. *Journal of Applied Phycology*, v. 32, p. 597-608, 2020. KANG, B. et al. Modelling and simulation of a closed aquaculture system. *Aquacultural Engineering*, v. 41, n. 2, p. 88-94, 2009.

KATAGIRI, S. et al. Factors affecting water quality and microbial communities in aquaponics systems: a review. *Journal of Applied Phycology*, v. 34, n. 5, p. 2637-2656, 2022.

KEMP, P. et al. Evaluation of alternative feeding strategies in aquaponics. *Aquaculture International*, v. 26, p. 33-48, 2018.

KENT, M. Aquaculture Water Quality Management. 2. ed. New York: Springer, 2022. KIM, D. et al. Enhancement of aquaponics systems productivity by integrating aquaculture with controlled greenhouse environments. *Journal of Environmental Management*, v. 224, p. 394-406, 2018.

KOH, Y. K.; LEE, K. J.; LEE, S. Y. Biofloc Technology and water quality management in intensive recirculating aquaculture systems: review. *Aquaculture Research*, v. 47, n. 1, p. 1-13, 2016.

KURMAY, M. et al. Practical application of fish meal replacement with plant proteins in aquaculture: a case study on the performance and sustainability. *Aquaculture Research*, v. 47, p. 1224-1239, 2016.

LEE, Y. et al. The effectiveness of different types of biofilters in a recirculating aquaculture system. *Journal of Aquaculture*, v. 21, n. 5, p. 687-698, 2019.

LI, Z. et al. Analysis of water quality and fish health in a recirculating aquaculture system combined with a vertical farming system. *Aquaculture Engineering*, v. 81, p. 151-160, 2018.

LIMA, C. et al. A review of recirculating aquaculture systems. *Aquaculture Engineering*, v. 68, p. 40-51, 2015.

LIU, W. et al. Utilization of alternative protein sources in aquafeed and their impact on water quality and growth performance of aquaculture species. *Aquaculture Research*, v.

51, n. 3, p. 963-973, 2020.

MARTINS, C. I. M. et al. The use of natural biological filters in aquaculture: Potential for reducing the environmental footprint. *Journal of Cleaner Production*, v. 257, p. 120586, 2020.

MEIER, S.; KASTNER, T.; KUNZE, J. Review of biofloc technology and its application in aquaculture. *Aquaculture Research*, v. 48, n. 6, p. 1854-1867, 2017.

MENDES, A. F. et al. Innovative approaches in biofloc systems: Effectiveness and cost analysis. *Journal of Aquaculture Management*, v. 32, n. 2, p. 85-94, 2021.

MIRANDA, L. B. et al. Evaluation of fish growth performance and water quality using different biofloc systems. *Aquaculture Research*, v. 49, n. 12, p. 4032-4045, 2018. MOORE, J. et al. Advances in recirculating aquaculture systems: The role of technology in water quality management. *Aquaculture Engineering*, v. 84, p. 95-110, 2018. PARK, S. et al. Effects of different types of aquaculture filters on water quality and fish health in recirculating systems. *Aquaculture Research*, v. 50, n. 8, p. 2201-2212, 2019. PAUL, A. et al. Overview and advances in recirculating aquaculture systems for sustainable fish production. *Sustainability*, v. 13, n. 14, p. 7542, 2021.

RANGEL, R. et al. Feasibility and optimization of recirculating aquaculture systems for tropical fish species. *Aquaculture Research*, v. 49, n. 10, p. 2915-2927, 2018.

ROCHA, R. M. et al. Use of biofloc technology to improve water quality and fish growth: A comprehensive review. *Aquaculture Research*, v. 50, n. 6, p. 1839-1850, 2019. SILVA, T. et al. Performance analysis of different water treatment systems in recirculating aquaculture. *Aquaculture Research*, v. 48, n. 3, p. 788-801, 2017. SILVEIRA, V. et al. Integrating fish farming and vegetable production: A systematic review of aquaponics. *Journal of Applied Phycology*, v. 33, n. 1, p. 219-233, 2021.

STEWART, D.; MARTINEZ-COYO, L. R.; GARCIA, J. The Role of Aquaponics in Sustainable Food Production. *Journal of Environmental Management*, v. 214, p. 452-460, 2018.

SUN, J. et al. Technological advancements in recirculating aquaculture systems: From design to operational aspects. *Aquaculture Research*, v. 52, n. 1, p. 91-104, 2022. TAKATA, Y. et al. Comparative performance of different biological filtration systems in aquaculture. *Aquaculture Engineering*, v. 35, n. 4, p. 163-170, 2006.

TAN, B. et al. Review on the biofloc technology and its application in aquaculture: a case study on tilapia farming. *Aquaculture Research*, v. 50, n. 4, p. 1444-1454, 2019. TAVEIRA, N. et al. The role of recirculating aquaculture systems in improving water quality: A review. *Aquaculture Engineering*, v. 80, p. 64-76, 2018.

TRUJILLO, J. et al. Performance and sustainability of recirculating aquaculture systems: A comprehensive analysis. *Aquaculture Research*, v. 48, n. 7, p. 1871-1881, 2017. VAN HOUTEN, R.;

DEAN, K. Development and optimization of new aquaculture water treatment technologies. *Journal of Aquaculture Research*, v. 52, n. 2, p. 184-196, 2021. WANG, Y. et al. Assessment of different aquaculture recirculating systems for sustainable fish production: A review. *Aquaculture Research*, v. 51, n. 6, p. 2101-2112, 2020.

WILSON, R. et al. Biofloc technology for sustainable aquaculture systems: Key benefits and challenges. *Aquaculture Research*, v. 49, n. 10, p. 2915-2927, 2018.

XIE, J. et al. Recent advances in biofloc technology for aquaculture: Effects on growth performance, water quality, and sustainability. *Aquaculture Research*, v. 53, n. 5, p. 14581467, 2022.

YANG, J. et al. Advances in recirculating aquaculture systems technology for fish farming: A systematic review. *Aquaculture Research*, v. 51, n. 7, p. 2324-2340, 2020. ZHANG, J. et al. Advances in biofloc technology: Application in sustainable aquaculture systems. *Aquaculture Research*, v. 52, n. 3, p. 1841-1854, 2021.

Capítulo 6



10.37423/250510023

ESTUDO DA CINÉTICA DE SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA DAS POLPAS DE ABACAXI E JACA

Patrícia de Souza Rodrigues

Universidade do Estado de Mato Grosso

Claudinéia Aparecida Queli Geraldi

Universidade do Estado de Mato Grosso

Sumaya Ferreira Guedes

Universidade do Estado de Mato Grosso

Raquel Aparecida Loss

Universidade do Estado de Mato Grosso



Resumo: O Brasil ocupa o terceiro lugar no ranking mundial de produção de frutas devido ao grande potencial climático. O abacaxi (*Ananas comosus*) é uma fruta tropical muito popular no mundo, e apresenta uma composição química rica em nutrientes. Já a jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) é uma árvore que produz uma das maiores frutas do mundo, seus frutos são ricos em nutrientes, com sabor e odor agradável. Devido as frutas serem de alta perecibilidade o presente trabalho teve como objetivo estudar a cinética de secagem em camada de espuma das polpas dos frutos de abacaxi e jaca, e avaliar a influência das temperaturas nas características físico-químicas. A polpa *in natura* e desidratada em diferentes temperaturas foram analisadas em relação ao teor de umidade, cinzas, pH e acidez total. A secagem foi realizada em estufa de circulação forçada de ar nas temperaturas de 60 e 70°C. Para representar as curvas de cinética de secagem foram utilizados os modelos matemáticos Midilli e Kucuk e Page. Ambos os modelos apresentaram um bom ajuste aos dados experimentais, com coeficiente de determinação superior a 0,99, sendo o modelo de Page escolhido para representar os dados experimentais, devido ao menor número de parâmetros desse modelo. Os resultados das análises físico-químicas foram o teor de umidade da polpa de abacaxi *in natura* de 87,80% e as polpas desidratadas a 60 e 70°C foram de 12,19% e 9,52%, respectivamente, atendendo à resolução RDC n° 263 da Anvisa/MS que estabelece umidade máxima de 15% para farinhas, amidos de cereais e farelos. O percentual, de cinzas das polpas secas apresentaram um aumento significativo em relação a polpa *in natura* que foi de 0,32%, para as polpas secas nas temperaturas de 60 e 70°C, foram 2,39 e 2,42 % respectivamente, esse incremento se deve a adição do emulsificante e pela concentração devido a redução do conteúdo de água perdida por evaporação durante a secagem. O pH apresentou pequena alteração em função da temperatura de secagem. Já a acidez total concentrou-se com a secagem. Em relação as propriedades físico-químicas da polpa de jaca *in natura*, o teor de umidade foi de 80,20% e as polpas desidratadas a 60 e 70°C foram de 4,62% e 3,80%, respectivamente, atendendo à resolução RDC n° 263 da Anvisa/MS. O percentual de cinzas apresentou um aumento significativo, da polpa *in natura* 0,43%, para as polpas secas nas temperaturas de 60 e 70°C, foram 2,46 e 2,49% respectivamente. O pH apresentou pequena alteração em função da temperatura de secagem. Já a acidez total concentrou-se com a secagem das polpas. Desta forma, recomenda-se a secagem das polpas de abacaxi e da jaca a temperatura de 70°C, uma vez que o tempo de secagem é menor e a elevação da temperatura não comprometeu as características físico-químicas analisadas nas polpas. Com os resultados obtidos, pode-se concluir que a farinha da polpa de abacaxi e jaca obtidas pela secagem em camada de espuma é uma boa alternativa para o consumidor, com potencial de ser

utilizada no preparo de alimentos, agregando sabor e valor nutricional e contribuindo com a redução do desperdício de alimento.

Palavras-chave: Curvas secagem. Frutas. Conservação.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui características ambientais que o permite gerar grandes oportunidades para a fruticultura, desta forma ele é o terceiro maior produtor mundial de frutas, produzindo cerca de 45 milhões de toneladas ao ano (EMBRAPA, 2022) gerando espaço para o aumento de oferta das frutas internamente e para o desenvolvimento da participação no mercado mundial.

A fruticultura tem desafios para o seu desenvolvimento, especialmente quanto à conquista do consumidor, à necessidade de melhoria do processo produtivo, ao desperdício, o gerenciamento do empreendimento rural e à agregação de valor ao produto. A fruticultura é uma atividade de risco intenso principalmente em razão da perecibilidade, da exigência da qualidade, do hábito alimentar, do gosto e da percepção do consumidor quanto ao benefício funcional e nutricional das frutas (NETO, 2020).

O Brasil é um grande produtor de abacaxi (*Ananas comosus*) uma fruta tropical muito popular no mundo tendo como produção em 2020, 1.637.126 mil frutos, no Centro-Oeste a produção foi de 82.984 mil frutos que representa 5,15% da produção nacional. Os estados maiores produtores são Pará, Paraíba, Minas Gerais e Rio de Janeiro, com participação de 57,8% na produção brasileira (EMBRAPA, 2020). A fruta é fonte de saúde para a população, apresenta variação na sua composição química, dependendo da cultivar, do estágio de maturação, do clima e da época em que é produzida, entre outros fatores.

O valor nutricional do abacaxi em frutos maduros, variam de acordo com os teores de açúcares solúveis, vitaminas e minerais. Teores de sólidos solúveis variam de 13 a 15 °Brix e entre as vitaminas presentes no abacaxi, destaca-se a vitamina C e entre os minerais, o potássio (K), também fonte de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e fósforo (P) (EMBRAPA, 2013). Por ser uma fruta de alta perecibilidade quando atinge o estágio de maturação tem maior dificuldade em comercialização *in natura* e também com o transporte, devido a isso, processos de secagem auxiliam e contribuem para amenizar esse tipo de problema, eles são úteis para prolongar a vida útil dos produtos e permitir seu consumo em todas as regiões do país (BRAGA, 2019).

A jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) é uma árvore que produz uma das maiores frutas do mundo e existem dois tipos de jaca: o duro, que produz frutas maiores, e o mole, que é a mais doce e mais procurada pelos consumidores, sua colheita é feita entre os meses de outubro e dezembro (ABRAFRUTAS, 2021). No Brasil, o estado do Paraná no município de Altônia na região de Umuarama

é o maior produtor de jaca, produziu cerca de 600 toneladas da fruta em 2019, junto a com as regiões de São Jorge do Patrocínio segundo maior município produtor com 180 toneladas e Esperança Nova na terceira colocação com 120 toneladas de jaca (CATANHO, 2021).

A jaca tem custo de produção baixa, mas a dificuldade de colocar o produto no mercado devido a dificuldades na exportação explica a produção reduzida (ABRAFRUTAS, 2021). Seus frutos possuem sabor e aroma marcantes e bastante peculiares, com aspectos azedo e doce, sendo bastante apreciados no nordeste brasileiro e outras regiões tropicais. A polpa é a sua parte comestível e é consumida em sua quase totalidade sob forma *in natura*, mais a alta perecibilidade leva a um índice elevado de perda na pós-colheita, acarretando prejuízos para os produtores (OLIVEIRA, 2009).

Tendo em vista a sazonalidade, perecibilidade dessas frutas e outros fatores alternativas vem sendo estudadas na preservação pós-colheita para prolongamento de sua vida útil (TAN et al., 2021). A secagem é um método de preservação que consiste à conservação de alimentos por meio da redução da sua atividade de água (*aw*), retardando o crescimento microbiano bem como as taxas de reações químicas e atividades enzimáticas (MENON et al., 2020).

Esse trabalho teve como objetivo contribuir com a redução de desperdícios das frutas pós-colheita, proporcionar o aumento do consumo em épocas sazonais pela incorporação dessas polpas a outros alimentos como as sobremesas e avaliar as propriedades físico-químicas do estudo da cinética de secagem em camada de espuma da polpa de abacaxi e da jaca em diferentes temperaturas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 FRUTICULTURA

O Brasil destaca-se como o terceiro maior produtor mundial de frutas onde produz em torno de 45 milhões de toneladas por ano (EMBRAPA, 2022). Devido a uma maior procura por um estilo de vida mais saudável aliada a qualidade esse ramo vem impulsionando o setor das frutas brasileiras (ABRAFRUTAS, 2019). A fruticultura é mais do que uma economia forte, ela contribui para a qualidade de vida, garante alimentos saudáveis aos consumidores para uma dieta mais balanceada além de fomentar a economia para quem vive da fruticultura (ABRAFRUTAS, 2022).

Diante das dificuldades de se manter a fruta conservada na prateleira por longos períodos, novas tecnologias estão sendo desenvolvidas com base em combinações de técnicas (MARTINS, 2019) como, por exemplo, a secagem em camada de espuma que consiste em um processo simultâneo de

transferência de calor e massa entre o produto e o ar de secagem, que resulta na remoção do excesso de água contida no mesmo por meio de evaporação, geralmente causada por convecção forçada de ar aquecido visando à obtenção de um produto com menor nível de perecibilidade (SILVA et al., 2016).

2.2 ABACAXI

O abacaxi (*Ananas comosus*), fruto símbolo de regiões tropicais e subtropicais, originário da América do Sul, Brasil e Paraguai, foi expandido para todo o mundo, principalmente pelos europeus, por causa do seu aroma e sabor característicos e exuberante aparência. Conhecido como o Rei das Frutas, encontra-se entre as 11 frutas mais produzidas no mundo, cultivada e consumida pelos cinco continentes. O Brasil destaca-se como um dos maiores produtores tendo como as principais variedades comerciais cultivadas no Brasil a Smooth Cayenne e Pérola (Figura 1) (CRESTANI, 2010; SEBRAE, 2016). De acordo com (TACO, 2015), na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos a polpa *in natura* em 100 g do fruto apresenta 86% de umidade, 12% de carboidratos e 1% de fibra alimentar. Entre os minerais 0,4 g de cinzas, potássio 131 mg, cálcio 22 mg, magnésio 18 mg e fósforo 13 mg e vitamina C 47,8 mg.



Figura 1. Cultivar do abacaxi Pérola.

Fonte: Junghans (2021).

Para a colheita do abacaxi deve-se avaliar o destino da produção e distância do centro de produção ao consumidor, eles podem ser colhidos em diferentes estágios da maturação, porém ele não amadurece adequadamente após a colheita por ser uma fruta climatérica, sendo necessário que essa etapa seja realizada após o completo desenvolvimento fisiológico dos frutos (CALATRONI et al., 2017). Para os

consumidores locais, devem ser colhidos mais maduros, podendo até ficar mais tempo no campo. Para o mercado *in natura* quando o objetivo é o envio para mercados mais distantes os frutos podem ser colhidos a partir dos primeiros sinais de amarelecimento na casca.

A determinação da coloração da casca dos frutos vai depender de vários fatores como a insolação, tamanho do fruto, adubação, variedade, condições climáticas, entre outros. Por essa razão, torna-se importante a determinação do teor de sólidos totais da polpa, para o abacaxi deve ser observado um teor mínimo de sólidos solúveis de 12 °Brix no momento da colheita ainda em campo. Também é recomendável a poda da ponta das folhas abaixo do cacho de mudas, a fim de permitir uma maior penetração da luz na parte inferior das plantas com o objetivo de acelerar e uniformizar a emissão de brotações e o desenvolvimento dos rebentões.

O ideal é que a colheita seja planejada, com operários nas funções diferenciadas de cortadores, carregadores e arrumadores. A colheita é feita por meio do corte do pedúnculo/haste do fruto com auxílio de um facão, recomenda-se que nessa etapa, duas a quatro mudas filhotes, que se encontram abaixo do fruto, permaneçam aderidas ao seguimento do pedúnculo com a finalidade de uso para plantio posterior. Por fim os operários carregadores devem transportar os frutos da propriedade até os caminhões em cestos, caixas ou carrinhos de mão, evitando ao máximo os danos mecânicos na casca, seja para o local de embalagem ou mercado (EMBRAPA, 2022).

2.3 JACA

A jaca popularmente conhecida como jaqueira pertencente à família Moraceae de origem Indiana é uma fruta exótica que pode ser encontrada em quase todas as regiões tropicais inclusive no Brasil, principalmente na Região Nordeste. Possui grande produtividade é a maior de todas as frutas comestíveis, porém ainda é pouco explorada tecnologicamente e comercialmente, as variedades, mais conhecidas são a cultivar jaca-mole (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) e a cultivar jaca-dura (*Artocarpus integrifolia* Lam.) (MESQUITA et al., 2017; SILVA et al., 2018). É planta de regiões quentes e úmidas, de clima tropical úmido, desenvolve-se também em regiões de clima subtropical e semiárido a planta requer temperatura média anual de 25 °C, chuvas acima de 1.200 mm/ano bem distribuídos, umidade relativa do ar em torno de 80% e dias ensolarados. O solo deve ser profundo, bem drenado, fértil, areno-argiloso, não sujeito a encharcamento e com pH entre 6,0 e 6,5.

A jaca-dura possui os maiores frutos e tem bagos de consistência rígida, usada para a produção de compotas já a jaca-mole com frutos menores, bagas doces e com consistência mole, contém menos

látex que existe em toda planta: casca do caule, folhas e frutos (OLIVEIRA, 2009). Árvore da jaca é de grande porte, podendo atingir entre os 12/25 m de altura e o diâmetro é superior a um metro, monóica e a frutificação ocorre durante 3-7 meses, a árvore é perenifólia, lactescente, provida de copa mais ou menos piramidal e densa, o tronco é revestido por uma casca espessa verde escura que se vai acastanhando à medida que a jaqueira vai envelhecendo. O fruto da jaqueira pode ter 90 cm de altura e 50 cm de diâmetro, pesando normalmente entre 10-25 Kg. Apresenta forma oblonga cilíndrica. A jaca pode ser dividida em polpa, semente e casca, onde a polpa representa cerca de 30%, as sementes em torno dos 12-15% e a casca (inclui eixo central e as fibras) os restantes 58% (FONSECA, 2016). O ponto de colheita é demonstrado pelo aroma forte que os frutos exalam e por som ôco que emitem quando neles se bate, os frutos alcançam maturação em 180 a 200 dias. A **jaqueira** pode produzir frutos por até 100 anos, são plantas provenientes de mudas, sementes e iniciam a frutificação no 5º ou 6º ano pós transplântio dando origem a frutos pequenos e pouco numerosos que com a sucessão dos anos tamanho e número aumentam. Uma **jaqueira** adulta pode produzir de 50 a 100 frutos por árvore no ano. Os frutos devem ser conservados em ambiente fresco e seco e consumidos o mais rapidamente possível. (FRANCISCO, 2022; PORCINO, 2017). Na Figura 2 estão apresentadas as imagens da jaca dura e da jaca mole.

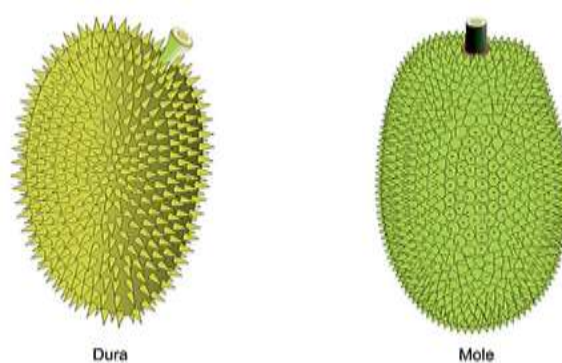


Figura 2. Jaca dura e jaca mole (*Artocarpus heterophyllus* Lam).

Fonte: Filho (2021).

Os bagos são consumidos *in natura* e quando processados transformam-se em doces, compotas, polpas congeladas, refrescos, sucos e outros. A semente pode ser consumida assada ou na elaboração de diversos pratos, através da sua farinha (PORCINO, 2017), sendo assim a polpa e semente de jaca pode ser considerada um alimento funcional devido aos valiosos compostos que compõem as diferentes partes desta fruta, é uma fruta energética, rica em carboidratos e proteínas com ótimo valor nutritivo e qualidade nutricional. Os gomos da jaca tem coloração amarelo-pérola que contém uma grande semente (caroço) recoberto por uma polpa cremosa e viscosa, constituindo sua parte

comestível, rica em nutrientes poderia estar mais presente no cardápio brasileiro, diante disso a composição da polpa da jaca madura em cada 100 gramas apresenta de 72 a 94% de umidade, 0,8 a 0,9% de cinzas, 0,8 a 0,9% de lipídeos, 1,2 a 1,9% de proteínas, 1,0 a 1,5% de fibras, 16 a 25% de carboidratos, 20,6% de açúcares totais, 20 a 37 mg de cálcio, 27 mg de magnésio, 38 a 41 mg de fósforo, 191 a 407 mg de potássio, 2 a 41 mg de sódio, 0,5 a 1,1 mg de ferro, 52 a 162 mg de vitamina A, 0,03 a 0,09 mg de tiamina, 0,05 a 0,4 mg de riboflavina, 7 a 10 mg de vitamina C e 88 a 410 caloria (BASSO, 2017; GASPAR, 2018; PORCINO, 2017). Na Figura 3 demonstra a casca, sementes e gomos da jaca.



Figura 3. Jaca *in natura* com mesocarpio, gomos e sementes.

Fonte: Maia (2015).

A jaca é uma fruta sazonal e seu consumo é realizado nos meses de janeiro a abril, motivo pelo qual a preservação, após a colheita, só é possível por um curto período devido a sua fisiologia e para os meses subsequentes este fruto só pode ser consumido se for, empregadas tecnologias que possam preservar ou transformar o produto para consumo adiante. Por isso se faz necessário o emprego de tecnologia de processamento dessas frutas (DUARTE et al, 2012).

2.4 SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA

Atualmente os produtos em pó, obtidos das polpas de frutas, são cada vez mais utilizados pela indústria nacional de alimento, uma vez que o processamento desses frutos reduz significativamente os custos com embalagens e conservação tendo facilidade para transporte, armazenamento e manuseio de frutas secas que também são fatores importantes no mundo globalizado.

A secagem reduz desperdícios e perdas pós-colheita, podendo permitir que toda a produção seja absorvida pela indústria alimentícia e setores de distribuição. Visando a oferta dos frutos e seus

componentes, reduzindo a dependência das condições sazonais, desperdícios e perdas, é necessário aplicar tecnologias de processamento para conservação, a fim de tornar esta fruta disponível por mais tempo. A desidratação da fruta é uma importante técnica que agrega valor ao produto final, e aumenta sua posterior aplicação e vida útil, facilitando sua comercialização. Essa técnica promove a redução da atividade de água, prevenindo a contaminação microbiológica e reações bioquímicas indesejáveis nos alimentos (SILVA et al., 2008).

Dentre as técnicas empregadas, a secagem em camada de espuma (foam-mat drying), destaca-se por ser um método em que alimentos líquidos ou semi-líquidos são transformados em espumas estáveis, através de vigorosa agitação e incorporação de agentes espumantes para, posteriormente, serem desidratados para a obtenção de produtos alimentícios em pó. O processo consiste de três etapas: modificação na consistência líquida do suco/polpa em uma espuma estável, pela adição de agentes espumantes, secagem do material em camada fina e pulverização do material desidratado resultando em pó. A desidratação em camada de espuma tem a característica de manter alta qualidade dos produtos, oferecendo grandes possibilidades comerciais, sucos de laranja, uva, carambola, abacaxi e outros produtos instantâneos (GURJÃO, 2006).

Esse método apresenta vantagens, pode-se citar a baixa temperatura empregada e o menor tempo de desidratação, devido à maior área de superfície exposta ao ar. A desidratação em camada de espuma foi estudada por (THUWAPANICHAYANAN et al., 2008), na obtenção de banana em pó, nesse estudo os autores observaram que a temperatura, a densidade da espuma e a concentração do agente espumante não apresentam grande influência no processo de secagem (SILVA et al., 2008).

O desenvolvimento de polpa de frutas secas, que mantêm as propriedades sensoriais relevantes o mais inalterado possível e apresentar a conveniência de produtos prontos para consumo, podem contribuir para a comercialização de produtos de maior valor agregado, além desse processo ser usado na produção em larga escala de frutas pós de polpa, devido à sua adequação a diversos tipos de frutas, boa retenção da qualidade nutricional, fácil reprodução e baixo custo (FEITOSA et al., 2017; MARQUES et al., 2009).

2.5 ADITIVO ALIMENTAR

Os alimentos no passado eram fabricados e produzidos na mesma região ou regiões próximas àquelas de comercialização. Com o desenvolvimento da logística ao nível nacional e internacional, grande parte dos alimentos provenientes de regiões longínquas necessita de aditivos e conservantes para sua

integridade (HONORATO et al., 2013). O avanço da indústria química permitiu a indústria alimentícia a utilizar um grande número de aditivos nos alimentos, com a intenção de melhorar as condições de armazenagem e oferecer alimentos seguros, para atender às expectativas do mercado consumidor.

Os aditivos alimentares desempenham papel importante no desenvolvimento de alimentos. A Portaria nº 540 - SVS/MS, de 27 de outubro de 1997 retrata que aditivo alimentar é qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos, sem propósito de nutrir, porém com o objetivo de modificar as características químicas, físicas, biológicas ou sensoriais, durante o processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação de um alimento. O uso de aditivos se torna algo essencial no armazenamento dos alimentos, dependendo das condições de temperaturas ou de algum excesso de água, pode ocasionar a proliferação de fungos, bactérias e leveduras. Com o uso dessas substâncias químicas, evita-se este crescimento dos micro-organismos, mantendo também a qualidade, consistência, valor nutricional e controle do pH apropriado do alimento (ANVISA, 2022; RODRIGUES et al., 2013).

2.6 EMULSIFICANTE

Dentre os vários agentes emulsificantes destacam-se os seguintes: albumina, Emulstab®, Superliga neutra® e maltodextrina, por apresentarem importante papel nas indústrias alimentícias e bons resultados na formação de espumas. Para as indústrias os emulsificantes mais utilizados são aqueles constituídos por monoglicerídeos que são considerados seguros de acordo com a legislação internacional, podem ser usados em concentrações ilimitadas e ésteres de ácidos lácticos. Um importante emulsificante composto principalmente por monoglicerídeos destilados, monoestearato de sorbitana e polisorbato 60 é o Emustab®. Além de emulsificante, o Emustab® tem em sua constituição compostos que agem como estabilizantes e espessantes. Outro emulsificante utilizado para alimentos e cosméticos é a Albumina, derivada da clara do ovo (FREITAS, 2016).

2.7 CINÉTICA DE SECAGEM

A cinética de secagem é o tempo com que o alimento perde umidade controlada pelas características da matriz do alimento e pelas variáveis temperatura, velocidade e umidade relativa do ar. O conteúdo de umidade de um alimento, durante um processo de secagem, apresenta o comportamento mostrado pela curva da Figura 4.

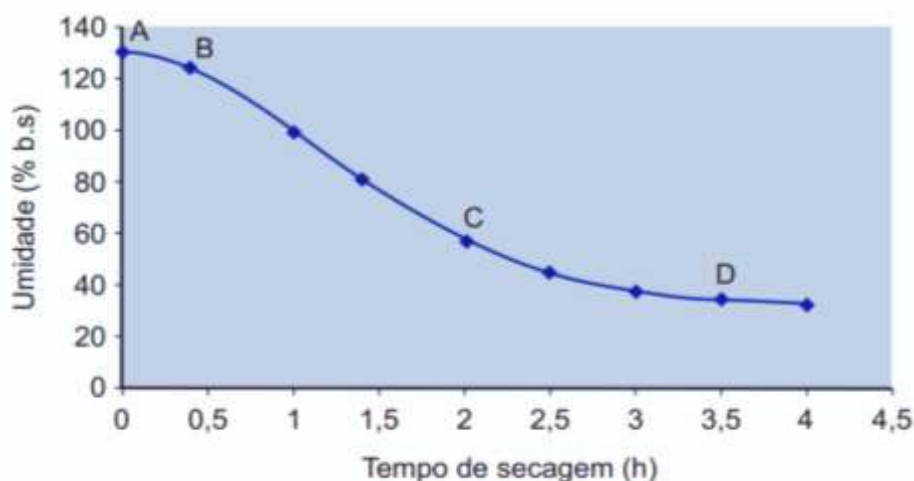


Figura 4. Umidade do alimento durante o processo de secagem.

Fonte: Celestino (2010).

Na Figura 4, o segmento AB corresponde ao período em que o alimento se adapta às condições de secagem e sua temperatura atinge um valor constante. Durante o período BC, a superfície exposta do alimento está saturada, existindo um filme contínuo de água sobre o sólido, ou seja, a água do alimento não tem nenhuma resistência para “sair”. Quando o sólido for poroso: sal, açúcar, ácido cítrico e outros, o período BC é um pouco mais longo, pois a água superficial vai sendo substituída pela do interior do sólido, que são facilmente escoados em razão dos poros do alimento. O ponto C conhecida como umidade crítica corresponde ao fim do período de secagem constante. A partir desse ponto, há uma elevada resistência interna e o movimento de líquido do interior para a superfície do sólido é insuficiente para compensar o líquido que está sendo evaporado, dando início ao primeiro período decrescente.

No segmento CD, cada vez menos líquido está na superfície do sólido para evaporar, e essa se torna cada vez mais seca, podendo haver rachaduras na superfície do alimento. Do ponto D em seguida, tem-se o segundo período de velocidade decrescente, onde a umidade do alimento diminui até alcançar a umidade de equilíbrio para as condições de temperatura e umidade relativa do ar. Quando a umidade de equilíbrio, teor mínimo de umidade é atingida, para o processo de secagem. A umidade de equilíbrio é atingida quando o alimento é deixado por longo tempo em determinada condição de temperatura e umidade relativa do ar que o envolve. Nessa condição, a pressão parcial de vapor da água na superfície do produto é igual à pressão parcial de vapor de água contida no ar (CELESTINO, 2010).

2.8 MODELOS MATEMÁTICOS

Quando um material atinge a condição de equilíbrio com o meio circundante, define-se que o teor de umidade final seja teor de umidade de equilíbrio. As curvas de secagem se referem ao comportamento do material que foi seco, e são obtidas pelos dados de teor de umidade de um produto submetido à secagem, em que a massa da amostra é registrada continuamente em função do tempo.

A modelagem matemática de processos de secagem baseia-se em três categorias principais: modelos teóricos que utilizam a equação da difusão ou relacionam equações simultâneas de transferência de calor e massa; modelos empíricos que são facilmente aplicados à simulação de processos de secagem, dependendo apenas dos dados experimentais; e modelos semi-empíricos que relacionam equações teóricas com ajustes empíricos (CALDAS, 2020; OLIVEIRA, 2017). Os modelos matemáticos utilizados constantemente para indicar processos de secagem são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Modelos matemáticos para predizer o processo de secagem.

Modelo	Equação	Referências
Dois termos	$RU = a \text{ Exp}(-kt) + b \text{ Exp}(-nt)$	HENDERSON, (1974)
Wang e Singh	$RU = 1 + (at) + (bt^2)$	WANG & SINGH, (1978)
Dois termos exponencial	$RU = a \text{ Exp}(-kt) + (1-a) \text{ Exp}(-kat)$	SHARAF-ELDEN et al, (1980)
Page	$RU = \text{Exp}(-ktn)$	ZHANG & LITCHFIELD, (1991)
Newton	$RU = \text{Exp}(-kt)$	LIU & BAKKER-ARKEMA, (1997)
Logarítmico	$RU = a \text{ Exp}(-kt) + c$	YALDIZ et al., (2001)
Aproximação por difusão	$RU = a \text{ Exp}(-kt) + (1-a) \text{ Exp}(-kbt)$	YALDIZ & ERTEKIN, (2001)
Henderson e Pabis	$RU = a \text{ Exp}(-kt)$	PARK et al., (2002)
Midilli modificado	$RU = \text{Exp}(-kct) + (bt)$	MIDILLI et al., (2002)

Fonte: Oliveira (2017).

3 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no primeiro semestre de 2023 no Campus Universitário UNEMAT de Nova Mutum - MT, no Laboratório de Química da Universidade. As frutas utilizadas nos experimentos foram coletadas na Fazenda Estrela da Jacamim localizada no município de Nova Mutum – MT, higienizadas, despulpadas e armazenadas sob congelamento (-18°C) até sua utilização nos experimentos. Para o

emulsificante optou-se em utilizar o Emustab, por ser facilmente encontrado além de formar espumas estáveis.

3.1 PREPARO DA POLPA E OBTENÇÃO DA ESPUMA

Para a obtenção da espuma da polpa do abacaxi retirou-se toda a casca, cortou-o com auxílio de uma lâmina em pedaços com cerca de 2 cm de comprimento e adicionou ao liquidificador por 5 minutos para ser triturado e homogeneizado, formou-se então um creme. Em seguida, esse creme foi transferido para uma batedeira doméstica na velocidade máxima, foi batido por 8 minutos juntamente com 5% do Emustab para transformá-lo em uma espuma estável pela adição do emulsificante. A espuma obtida foi distribuída em placas Petri e levadas à estufa de convecção forçada de ar para secagem.

Para a obtenção da espuma da polpa de jaca, retirou-se os caroços, as polpas foram levadas ao liquidificador para homogeneização por 5 minutos logo após foi transferido para a batedeira na velocidade máxima por 8 minutos com 5% do Emustab onde em seguida realizou-se o mesmo processo de secagem da polpa de abacaxi.

Amostras de 10g da espuma (abacaxi e jaca) foram espalhadas em placas de Petri e colocadas em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 60°C e 70°C (Figura 5). As polpas desidratadas foram retiradas das placas de Petri com auxílio de espátula em seguida armazenadas no campus universitário, identificadas quanto ao tipo de material, data e condições experimentais.

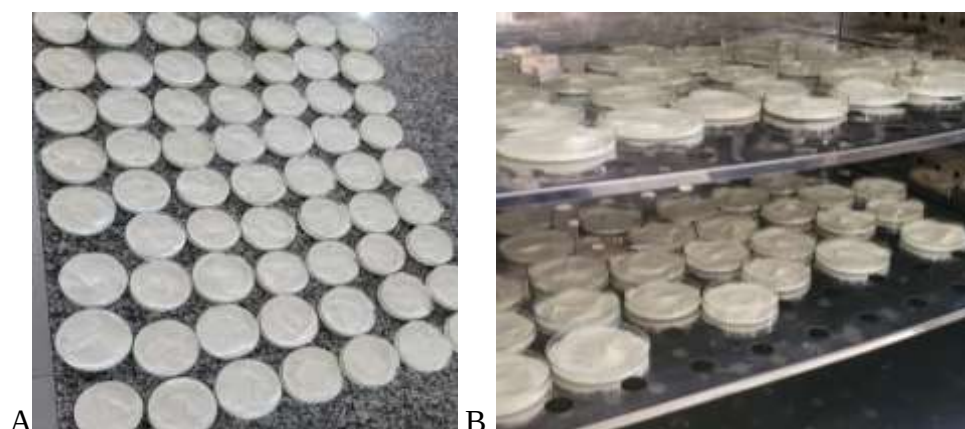


Figura 5. A. Espuma de abacaxi em placas Petri e B. Espuma de jaca em placas Petri.
Fonte: Rodrigues (2023).

3.2 CINÉTICA DE SECAGEM

As curvas de cinética de secagem das espumas das polpas de abacaxi e jaca foram obtidas experimentalmente com o auxílio de uma estufa com circulação e renovação forçada de ar, sendo

colocadas 10g da espuma, distribuída em placas de Petri e levadas a estufa com temperaturas controladas de 60°C e 70°C. Acompanhou-se a perda de umidade registrada através da variação da massa das amostras em intervalos de tempo de 15 minutos. As massas foram medidas em balança analítica com precisão de 0,0001g e os ensaios foram interrompidos quando se atingiu condições de equilíbrio (GERALDI et al., 2020).

3.3 MODELAGEM MATEMÁTICA

Após atingir a umidade de equilíbrio, a razão de umidade (RX) foi calculada pela equação:

$$RX = \frac{X - X_e}{X_i - X_e}$$

Onde: RX - Razão de umidade, adimensional;

X – Teor de água do produto em base seca;

X_i – Teor de água inicial em base seca;

X_e – Teor de água de equilíbrio em base seca.

Para determinar o comportamento da perda de umidade ao longo do tempo utilizou-se modelos semi-empíricos, sendo o de Midilli e Kucuk e Page, os comumente utilizados para a representação de cinética de secagem, conforme Tabela 2. Utilizou-se o programa Excel para ajustar os modelos matemáticos de Midilli e Kucuk e Page. A escolha do modelo que melhor representou os dados da cinética de secagem das espumas das polpas das frutas foram em função do coeficiente de determinação, erro médio padrão.

Tabela 2. Modelos matemáticos utilizados para representar a secagem das espumas das polpas dos frutos de abacaxi e jaca.

MODELOS MATEMÁTICOS	EQUAÇÃO
Midilli e Kucuk (2002)	$RX = \exp(-kt^n) + bt$
Page (1949)	$RX = \exp(-kt^n)$

Em que:

RX = é a razão de umidade do produto, adimensional;

t = tempo de secagem, em min;

k = coeficiente de secagem, em min⁻¹;

a, b, n = constante do modelo, adimensional.

3.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As polpas do abacaxi e da jaca *in natura* e desidratadas nas temperaturas de 60°C e 70°C foram submetidas às análises físico-químicas realizadas triplicatas, para maior confiabilidade nos resultados, conforme os métodos físico-químicos para análise de alimentos da IV edição do Instituto Adolfo Lutz (2008).

3.4.1 P

Para a determinação do pH mediu-se 3g da polpa de abacaxi e jaca diluídas em 30 ml de água destilada, sendo que o pH foi determinado por meio de um pHmetro de bancada, calibrado com solução tampão de pH 4,0 e 7,0, de acordo com o método 017/IV do manual do Instituto Adolfo Lutz (2008).

3.4.2 TEOR DE UMIDADE

Mediu-se 10g de amostra em placa de Petri, primeiramente tarada e seca, colocada em estufa com circulação de ar a 105°C até massa constante, conforme metodologia 012/IV do Manual do Instituto Adolfo Lutz, (2008).

3.4.3 CINZAS

Determinou-se conforme metodologia 018/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008), em cadinhos secos e tarados 5g de amostra e aquecidas na mulha a 550°C, até obtenção de uma coloração branca ou acinzentada.

3.4.4 ACIDEZ

A acidez foi determinada por titulação potenciométrica com NaOH 0,1 mol/L, sendo os resultados expressos em % de ácido cítrico, conforme método 016/IV do manual Instituto Adolfo Lutz (2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CURVAS DE SECAGEM

Com o propósito de avaliar a cinética de secagem os ensaios continuaram até que se obtivessem o material com massa constante ou seja que atingissem o ponto de equilíbrio. As Figuras 6 e 7 apresentam as curvas de secagem das amostras de polpa de abacaxi e jaca nas temperaturas de 60°C e 70°C, na quais são mostradas na forma adimensional do conteúdo de umidade (RX versus tempo).

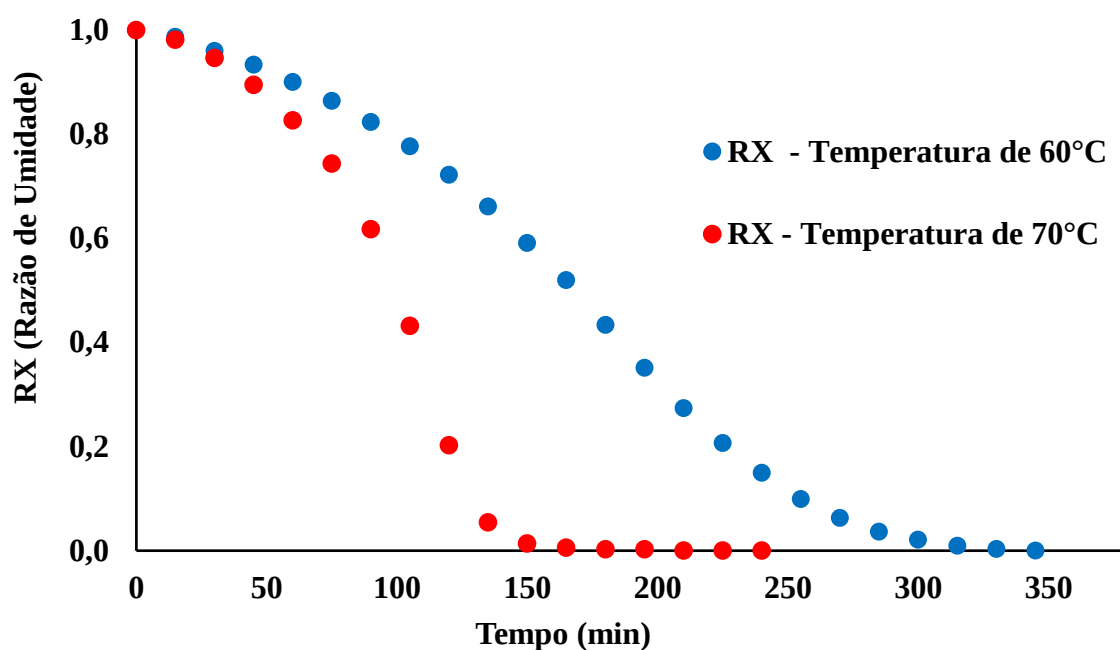


Figura 6. Razão da umidade de abacaxi nas temperaturas de 60 e 70°C.

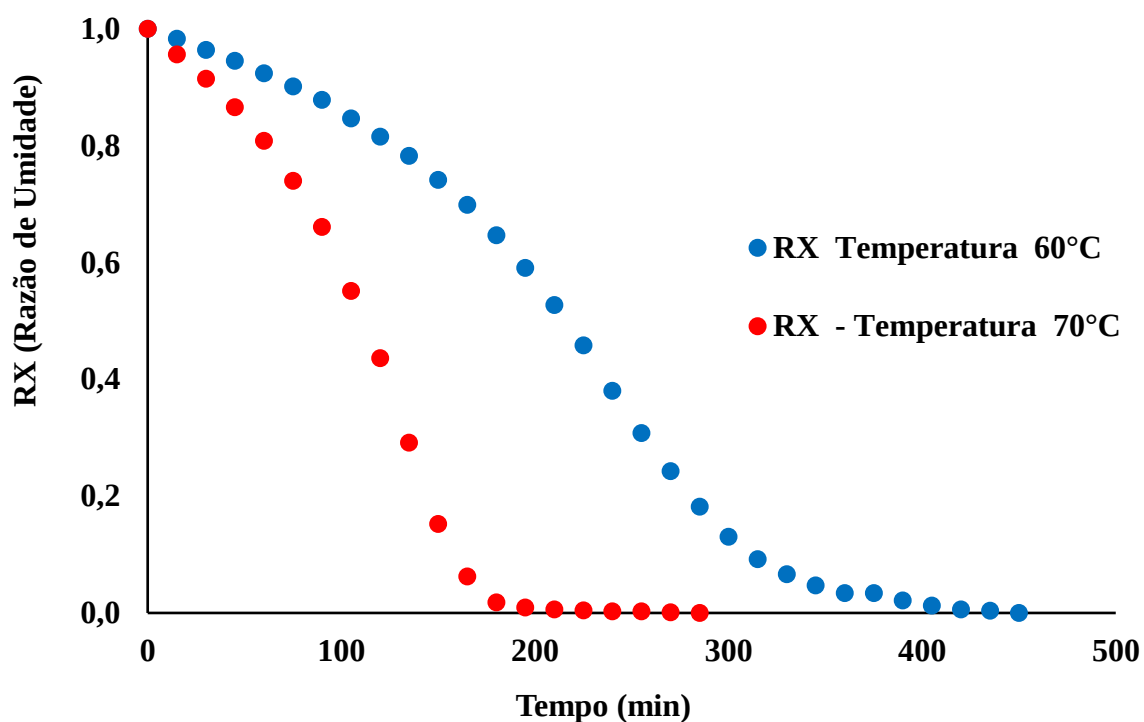


Figura 7. Razão da umidade de jaca nas temperaturas de 60 e 70°C.

Pelas Figuras 6 e 7, pode-se constatar que na temperatura de 70°C a espuma do abacaxi começou a se estabilizar no tempo de 150 minutos, enquanto para a espuma de jaca foi no tempo de 180 minutos

havendo uma diferença de 30 minutos entre as espumas das polpas das frutas. Para as amostras na temperatura de 60°C obteve-se um tempo maior para que o mesmo ocorresse, cerca de 285 minutos para a espuma de abacaxi e 385 minutos para a espuma de jaca.

De acordo com SILVA et al. (2021), temperaturas mais elevadas implica em uma alta velocidade de transferência de calor para as partículas, o que propicia a uma maior evaporação de água do produto. Segundo PACCA, (2022) a redução do tempo de secagem devido aumento da temperatura através de combinação com outros fatores como velocidade do ar de secagem, teor de água inicial, teor de água final, umidade relativa do ar, temperatura, composição, pressão, entre outros acarreta uma redução mais rápida no teor de umidade e um menor tempo de secagem.

Para a amostra analisada a 70°C da polpa de abacaxi houve uma elevada perda de umidade, quando comparada com o ensaio de 60°C, onde o teor de água reduziu sucessivamente como demonstrada na Figura 6. Na temperatura de 60°C da polpa de abacaxi a umidade final foi de 12,19, com cinética de 345 minutos para obter a razão da água zerada, enquanto que a temperatura de 70°C teve uma umidade final de 9,52, tendo um tempo necessário menor que a de 60°C cujo foi 240 minutos para atingir o ponto de razão de umidade zerada. Já para a amostra analisada a 70°C da polpa da jaca também se mostrou uma elevada perda de umidade, quando comparada com o ensaio de 60°C, onde o teor de água reduziu sucessivamente representada na Figura 7. Na temperatura de 60°C a umidade final foi de 5,24, com cinética de 330 minutos para obter a razão da água zerada, enquanto na temperatura de 70°C obteve-se uma umidade final de 3,68 tendo um tempo necessário de 285 minutos para atingir esse ponto de razão. Portanto nota-se que a temperatura de secagem de 70°C para as espumas de abacaxi e jaca, favoreceu uma grande perda de umidade, compara com o ensaio de 60°C, resultando em curvas mais inclinadas devido a maior quantidade de calor transferido do ar para o material, relatados em estudo realizado com kiwi (MOREIRA et al., 2018), para a polpa de graviola (ASSIS et al., 2021) e para a polpa de caqui (SILVA et al., 2021).

4.2 MODELAGEM DAS CURVAS DE SECAGEM

Na Tabela 3 estão os resultados dos ajustes dos parâmetros dos modelos matemáticos de Midilli e Kucuk e Page para a polpa de abacaxi, nas temperaturas de 60 e 70°C.

Tabela 3. Parâmetros dos modelos matemáticos ajustados para a cinética de secagem da polpa seca de abacaxi e jaca obtidos nas temperaturas de 60 e 70°C.

Polpa de abacaxi

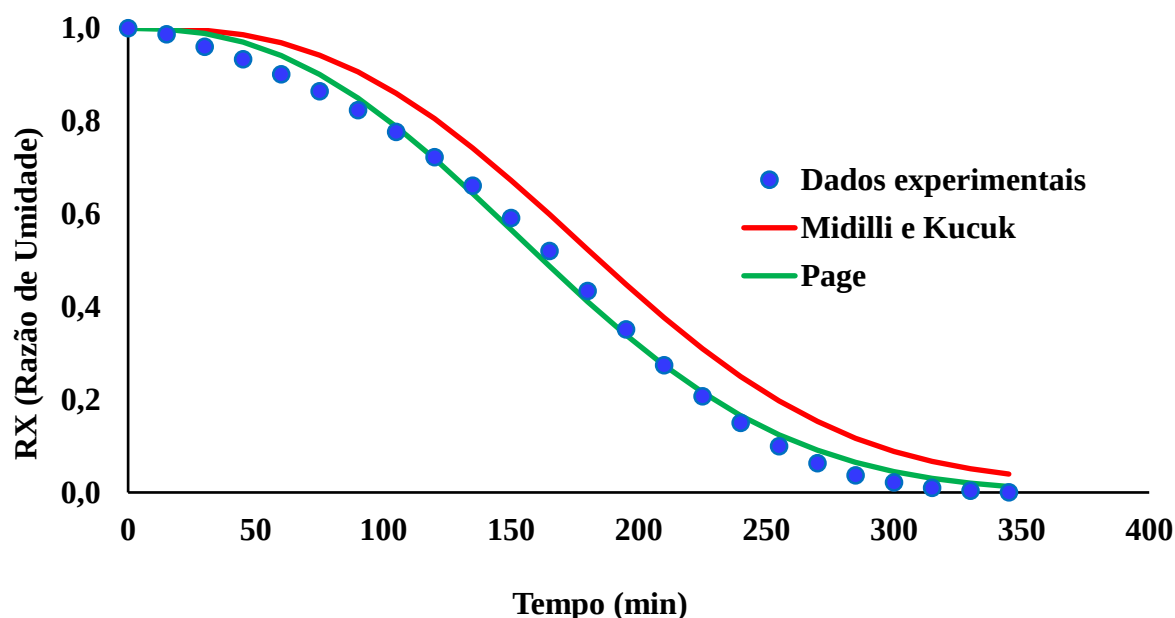
MODELO	PARÂMETROS	60°C	70°C
Midilli e Kucuk	a	1,000000	0,979129
	b	0,000050	0,000000
	k (min⁻¹)	0,000001	0,000001
	n	2,680000	2,929934
	Coeficiente de determinação	0,997565	0,996367
	Erro	1,713074	0,450424
Page	k (min⁻¹)	0,000003	0,000001
	n	2,445362	2,933000
	Coeficiente de determinação	0,998466	0,996454
	Erro	0,485223	0,462473
Polpa de jaca			
MODELO	PARÂMETROS	60°C	70°C
Midilli e Kucuk	a	0,973362	0,978858
	b	0,000000	0,000000
	k	0,000001	0,000001
	n	2,482645	2,920001
	Coeficiente de determinação	0,997616	0,992469
	Erro	0,727365	0,667806
Page	k	0,000000	0,000002
	n	2,789497	2,701741
	Coeficiente de determinação	0,998287	0,997514
	Erro	0,657807	0,514838

A representação matemática do processo de secagem de produtos agrícolas já vem sendo estudadas há algum tempo e utilizada na tentativa de prever os fenômenos que ocorreram durante este processo que tem como objetivo de projetar, controlar e otimizar unidades de secagem e por isso a importância em conhecer-se a cinética de secagem do material estudado (ROCHA et al., 2005). Diante disso os estudos da cinética de secagem do abacaxi o modelo de Page foi o que melhor se ajustou aos resultados experimentais na temperatura de 60°C por apresentar o melhor valor de coeficiente de determinação (R^2) e menor erro médio. No trabalho de (JUNIOR, 2021), ao estudar a cinética de secagem na qualidade da cebola em pó o modelo de Page apresentou melhor coeficiente de

determinação 98,4 a 99,6%, assim como no estudo de secagem da folha de graviola de (OLIVEIRA et al., 2020), onde o modelo de Page obteve 0,98 coeficiente de determinação (R^2).

Para a temperatura de 70°C os dois modelos apresentaram dados semelhantes que servem para representar a cinética e secagem do abacaxi. Segundo (PANCHARIYA et al., 2002) os modelos de Page e Midilli e Kucuk são comumente utilizados para ajustar curvas de secagem de produtos agrícolas ricos em fibras, como é o caso das frutas estudadas, porém o modelo de Page foi o escolhido por apresentar menor números de parâmetros. Para os dados do experimentais de (BRITO, 2022) os melhores ajustes também foram os modelos de Page e Midilli e Kucuk ao estudar modelagem matemática de curvas típicas de secagem de frutas tropicais. Para (REIS, 2019), que estudou a cinética de secagem de manga (princesa) e (ASSIS et al., 2017) a cinética de secagem da polpa de graviola em camada de espuma obtiveram resultados de ajustes nos respectivos modelos Page e Midilli e Kucuk por apresentarem o melhor coeficiente de determinação (R^2).

Nas Figuras 8 e 9 estão apresentadas as curvas ajustadas segundo os modelos de Midilli e Kucuk e Page, nas temperaturas de 60 e 70°C respectivamente, aos dados experimentais da cinética de secagem da espuma da polpa de abacaxi.



Figura

8. Ajuste dos modelos para secagem da espuma da polpa de abacaxi na temperatura de 60°C.

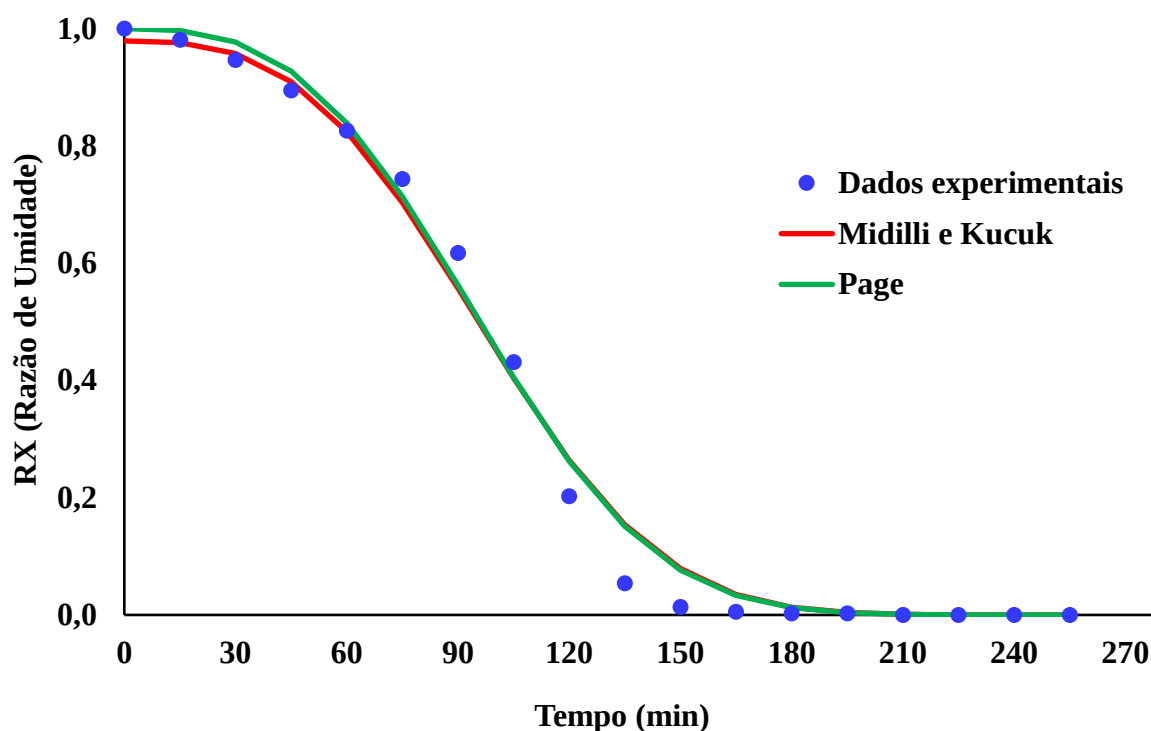


Figura 9. Ajuste dos modelos para secagem da espuma da polpa de abacaxi na temperatura de 70°C.

Da mesma forma os estudos da cinética de secagem da jaca o modelo de Page foi o que melhor se ajustou na temperatura de 60°C, no entanto a temperatura de 70°C também apresentou valores satisfatórios no modelo de Page por apresentarem melhor valor do coeficiente de determinação (R^2) e menor erro médio em relação ao modelo de Midilli e Kucuk. O perfil das curvas de cada modelo e cada temperatura confirma o melhor ajuste dos dados experimentais ao modelo de Page. Ao secar a jaca em camada de espuma (DANTAS et al., 2008) e (RIGUETO et al., 2020) frutas exóticas também verificaram coeficiente de determinação elevado para o modelo de Page. Segundo (GERALDI et al., 2020), no estudo da cinética de secagem em camada de espuma da polpa de pitanga Page apresentou melhor resultados na temperatura de 60 e 70°C. Nas Figuras 10 e 11 estão apresentadas as curvas ajustadas segundo os modelos de Midilli e Kucuk e Page, nas temperaturas de 60°C e 70°C, respectivamente, aos dados experimentais da cinética de secagem da espuma da polpa de jaca.

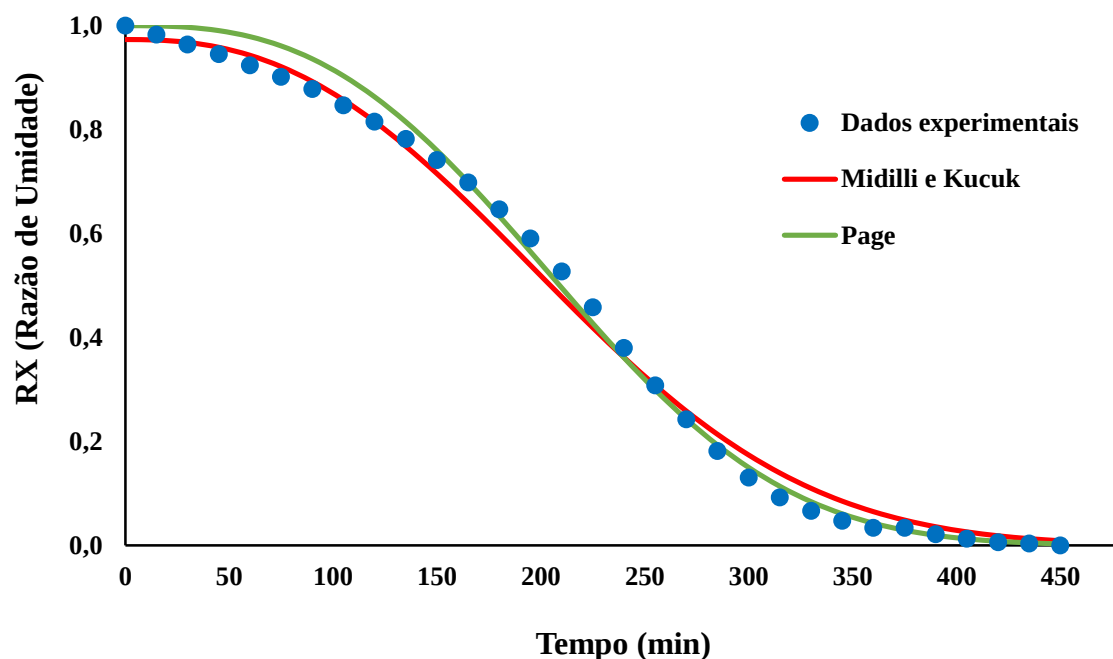


Figura 10. Ajuste dos modelos para secagem da espuma da polpa de jaca na temperatura de 60°C.

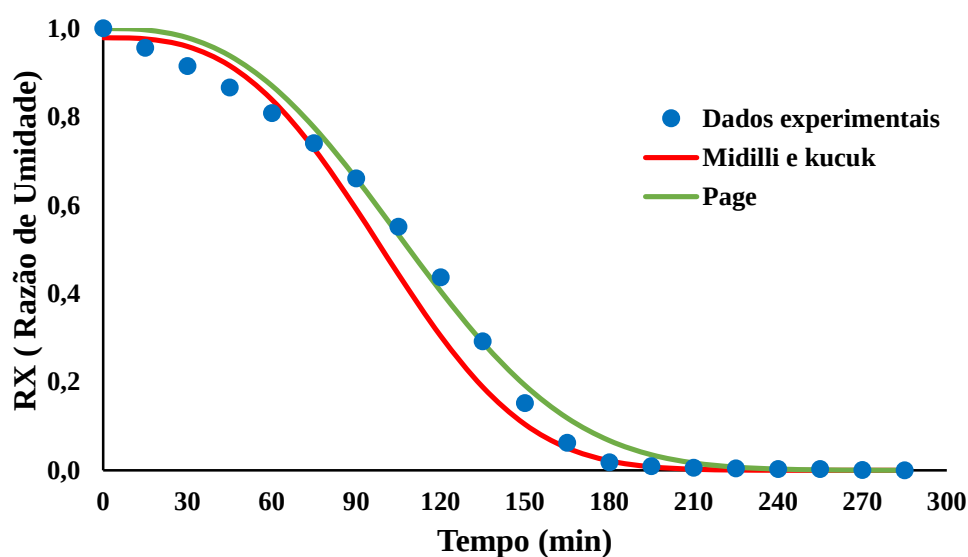


Figura 11. Ajuste dos modelos para secagem da espuma da polpa de jaca na temperatura de 70°C.

4.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS POLPAS SECA E *IN NATURA*

Os resultados das análises físico-químicas da polpa seca estão apresentados na Tabela 4 considerando a sazonalidade, as análises foram realizadas com a polpa congelada do abacaxi.

Tabela 4. Caracterização físico-química da polpa de abacaxi *in natura* e em pó

Análises	In natura	Polpas secas	
		60°C	70°C
Polpa de abacaxi			
Umidade (%)	87,80± 0,03	12,19±0,04	9,52±0,06
Cinzas (%)	0,32±0,04	2,39±0,40	2,42±0,40
pH	3,66±0,02	3,72±0,05	3,82±0,02
ATT (%)	0,90±0,02	5,87±0,06	7,78±0,05
Polpa de jaca			
Umidade (%)	80,20±0,020	4,62±0,03	3,80±0,01
Cinzas (%)	0,43±0,040	2,46±0,42	2,49±0,43
pH	4,96±0,005	5,3±0,001	5,4±0,004
ATT (%)	0,43±0,020	3,77±0,06	3,79±0,05

Pela Tabela 4 é possível observar que a secagem em camada de espuma reduziu significativamente a umidade de polpa de abacaxi e jaca. Segundo (VERNON e CARTER et al., 2001), (SANKAT; CASTAIGNE 2004) e (DANTAS et al., 2008) estudando o processo de secagem em leito de espuma para tamarindo, banana e jaca respectivamente, observaram na cinética de secagem, perda de umidade à medida em que avança o tempo de secagem devido a temperaturas mais elevadas propiciar uma maior evaporação de água do produto, resultando em uma umidade mais baixa.

Observou-se um aumento no teor de cinzas nas frutas estudadas sendo de 0,32 *in natura* passando para 2,39 (60°C) e 2,42 (70°C) para o abacaxi em pó e 0,43 *in natura* passando para 2,46 (60°C) e 2,49 (70°C) para a jaca em pó, que segundo (WIJEWARDANA et al., 2016), este aumento ocorre diante da redução da umidade onde tende a aumentar a concentração de nutrientes e também pela adição do emulsificante. Segundo (NUNES et al., 2017), analisando a cinética de secagem de abacaxi obteve conteúdo de cinzas nos valores 2,87 e 2,86 g (100g⁻¹) nas temperaturas de 60 °C e 70°C, valores próximos aos encontrados neste estudo e nas mesmas condições de temperatura.

Como podemos observar na Tabela 4 a polpa de abacaxi apresentou pH ácido, assim também manteve para as polpas secas, sendo assim verificou-se que o processo de secagem não alterou a característica do produto em relação ao pH, segundo (GURGEL, 2014) o alto teor de acidez torna o meio desfavorável ao desenvolvimento microbiológico. De acordo com estudo de (FURTADO et al., 2014), o pH do abacaxi

foram de 3,71 e 3,71, respectivamente, sendo assim o pH obtido foi muito próximo do estudo atual, pois nos ensaios de 60°C e 70°C obteve-se os seguintes valores de pH 3,72 e 3,82 para o abacaxi. Já para a jaca podemos observar que ela apresenta o pH ácido e conforme aumenta a temperatura.

Podemos observar que houve um aumento na acidez (ATT) de acordo com o aumento da temperatura sendo que na temperatura de 70°C a polpa de abacaxi apresentou maior acidez (ATT), com valores de 7,78% de ácido cítrico. Para a temperatura de 60°C atingiu valor de 5,87% de ácido cítrico. O mesmo ocorreu com (FERREIRA, 2017) que analisou a secagem da jabuticaba constatou um aumento na acidez, devido perda de água, mediante processo de secagem, o que provoca um aumento na concentração de nutrientes na massa restante, a exemplo do teor de ácido cítrico presente no abacaxi. Enquanto para a polpa de jaca não houve diferença significativa na acidez (ATT) com o aumento da temperatura ficando 3,77% de ácido cítrico para 60°C e 3,79% de ácido cítrico para 70°C, sendo então a acidez (ATT) não influenciada pela temperatura.

5. CONCLUSÃO

De acordo com os dados obtidos, conclui-se que a temperatura influência para secagem das frutas (abacaxi e jaca) em camada de espuma, tendo a temperatura de 70°C a mais adequada devido menor tempo na redução do teor de umidade. Com relação à modelagem matemática, o modelo de Page se ajustou bem aos dados experimentais de secagem nas duas temperaturas estudadas e para as duas polpas. Nas análises físico-químicas, a fruta de abacaxi *in natura* e a farinha demonstrou-se caráter ácido assim como a jaca.

Com os resultados obtidos, pode-se concluir que a farinha da polpa de abacaxi e jaca obtidas pela secagem em camada de espuma é uma boa alternativa para o consumidor, com potencial de ser utilizada no preparo de alimentos, agregando sabor e valor nutricional e contribuindo com a redução do desperdício de alimento.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAFRUTAS. Jaca, uma fruta gigante e que é fonte de renda para pequenos produtores. Disponível em: <https://abrafrutas.org/2021/11/jaca-fonte-de-renda/>. Acesso em 17/09, 2022.

ADITIVOS alimentares e coadjuvantes da tecnologia. Gov.com.br, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/alimentos/aditivos-alimentares>. Acesso em: 27/03/2022.

ALEXANDRE, Hofsky V.; SILVA, Flávio L. H.; GOMES, Josivanda P. *et al.* Cinética de secagem do resíduo de abacaxi enriquecido. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v. 17, n. 6, p. 640–646, 2013.

ANDRADE, Ednilton Tavares de; COUTO, Sandra Maria; QUEIROZ, Daniel Marçal de. Determinação de propriedades térmicas de grãos de milho. Ciência e Agrotecnologia, v. 28, n. 3, p. 488-498, 2004.

ASSIS, Y. S. M. S. DE et al. Estudo Da Modelagem Matemática Da Polpa De Graviola Mediante O Processo Foam Mat/ Study of Mathematical Modeling in Drying of Graviola Pulp in Foam Bed. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 3, p. 32038–32056, 2021.

ASSIS, Yohanne Sunally Medeiros Souto de. Estudo da modelagem matemática e propriedades termodinâmicas na secagem da polpa de graviola em leito de espuma. 2017. 31 f. Monografia (Bacharel em Engenharia de Alimentos) – Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2017.

BASSO, Adriano Martinez. Estudo da composição química da jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) desidratada, *in natura* e liofilizada. 2017. 118 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

BASSO, Adriano Martinez; MOURA, Maria de Fátima Vitória de. Jaca: um estudo de sua química e uma resenha de sua história. Natal: IFRN, 2017.

BRAGA, Vanessa. Produção de abacaxi com hortelã em pó por *Spray drying*. 2019. 112 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 727, de 1º de julho de 2022. Dispõe sobre a rotulagem dos alimentos embalados. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 6 jul de 2022. p. 213.

BRITO, B. T de. Modelagem matemática de curvas típicas de secagem de frutas tropicais. 2022. 51f., il. Trabalho de Conclusão do Curso (Bacharelado em Química Tecnológica) - Universidade de Brasília, Brasília, 2022.

CALATRONI, D.; ARANTES, S. D.; SILVA, J.F et al. Determinação do ponto de colheita do abacaxizeiro da cultivar 'Vitória'. In: Seminário de iniciação científica e tecnológica, 2, 2017, Colatina. Anais [...] Colatina: Incaper, 2017.

CALDAS, Jaquelyne Moraes de. Determinação dos parâmetros para secagem em camada de espuma (Foam-mat drying) das folhas do mastroz (*Chenopodium ambrosioides* L.). 2020. 47 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Química) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020.

CATANHO, LUCAS. Altônia produz metade da jaca em todo o Paraná. Disponível em: <https://www.folhadelondrina.com.br/folha-rural/altonia-produz-metade-da-jaca-em-todo-o-parana-3087955e.html>. Acesso. 24/09/2022.

CELESTINO, Sonia Maria Costa. Princípios de secagem de alimentos. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2010.

CRESTANI, Maraisa; BARBIERI, Rosa Lia; HAWERROTH, Fernando José et al. Das Américas para o Mundo - origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro. *Ciência Rural*, v. 40, n. 6, p. 1473-1483, 2010.

DANTAS, H. J.; SILVA, A. S.; LIMA, E. E.; FARIAS, P. A.; ANDRADE, M. A. Obtenção da polpa de jaca em pó pelo método de secagem em camada de espuma (foam-mat drying). In: JORNADA NACIONAL DA AGROINDÚSTRIA, 3., 2008, Bananeiras. Anais... Bananeiras: UFPB, 2008.

DUARTE, Maria Elita Martins; UGULINO, Sânia Mara Pereira; MATA, Mario Eduardo Rangel Moreira Cavalcanti. Desidratação osmótica de fatias de jaca. *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, n. 3, p. 478-483, 2012.

EMBRAPA. Abacaxi. Disponível em: http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/abacaxi/b1_abacaxi.pdf. Acesso em: 05/09/2022.

EMBRAPA. Abacaxi. Disponível em: <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/abacaxi#:~:text=A%20colheita%20pode%20ser%20feita,os%20frutinhos%20se%20tornarem%20achatados>. Acesso 24/09/2022.

EMBRAPA. Frutas e hortaliças. Disponível em: <https://www.embrapa.br/grandes-contribuicoes-para-a-agricultura-brasileira/frutas-e->

hortalicas#:~:text=O%20Brasil%20%C3%A9%20o%20terceiro,2%2C5%25%20%C3%A9%20exportada. Acesso em 05/09/2022.

FEITOSA, Regilane M.; FIGUEIRÊDO, Rossana M. F. de; QUEIROZ, Alexandre J. de M. et al. Drying and characterization of myrtle Pulp. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 21, n. 12, p. 858-864, 2017.

FERNANDES, Tânila Kassimura da Silva. Secagem em camada de espuma da polpa de cajá. 2010. 170 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.

FERREIRA, M. N. Estudo da Secagem de jabuticaba (polpa e casca) pelo método de camada de espuma. Dissertação (Mestrado) – Programa de PósGraduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, 2017.

FONSECA, Cristino Mandinga Bonfim da. Desidratação da jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) de São Tomé e Príncipe: Análise físico-química de amostras frescas e desidratadas. 2016. 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrônômica – Agronomia Tropical) – Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2016.

FRANCISCO, Portal são. Jaca, Fruta, Características, Valor, Tipo, origem. Disponível em: <https://www.portalsaofrancisco.com.br/alimentos/jaca>. Acesso em 24/09/2022.

FREITAS, Rita Cristina Pereira de. Caracterização do processo de secagem em leito de espuma para obtenção de pó de manga Ubá. 2016. 100 f. Tese (Doctor Scientiae) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.

FURTADO, G. F.; SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; SANTOS, P. Secagem de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill), variedade pérola utilizando a técnica de camada de espuma. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.16, n.4, p.387-394, 2014.

GASPAR, Aline Sousa; NASCIMENTO, Vera Lúcia Viana do; SANTOS, Juliana Chaves Elias et al. Caracterização físico-química das farinhas da polpa e semente de jaca (*Artocarpus heterophyllus* L.). In: Encontro Nacional da Agroindústria, 4, 2018, Bananeiras. Anais [...] Bananeiras: Galoá, 2018.

GERALDI, C.A.Q., M. F.P.P., ANDRADE, M. F. F. “Estudo da cinética de secagem e caracterização físico-química da polpa de pitanga (*Eugenia uniflora*)”, In: Cavalcante, W.M., Engenharia de Alimentos Inovações Promissoras, 1 ed., Capítulo 6, Minas Gerais, Brasil, Synapse Editora, 2020.

GURGEL, C. E. M. R. Secagem da Polpa de Graviola (*Annona muricata* L.) em Camada de Espuma – Desempenho do Processo e Características do Produto. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal de Rio Grande do Norte, Natal/RN, 2014.

GURJÃO, Kátia Cristina de Oliveira. Desenvolvimento, armazenamento e secagem de tamarindo (*Tamarindus indica* L.). 2006. 168 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2012.

HONORATO, Thatyan Campos; BATISTA, Elga; NASCIMENTO, Kamila de Oliveira; PIRES, Tatiana. Aditivos alimentares: aplicações e toxicologia. *Revista Verde*. v. 8, n. 5, p. 01 - 11, Mossoró – RN – BRASIL - dezembro, 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. 2008.

JERÔNIMO, C. E. M. Modelagem da Cinética de desidratação de caroços de jaca (*Artocarpus integrifolia*). SCIENTIA PLENA, v. 8, n. 6, p. 1-7, 2012

JUNIOR, A. F. L. Influência da secagem em camada de espuma na qualidade de cebola em pó. (Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia de Alimentos). Universidade de Tecnológica Federal do Paraná, 2021.

MARTINS, Maria Júlia Neves. Influência da Aplicação do Ultrassom de Alta Intensidade na Desidratação Osmótica do Gengibre. 2019. 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, 2019.

MENON, A.; STOJCESKA, V.; TASSOU, S. A. A systematic review on the recent advances of the energy efficiency improvements in non-conventional food drying technologies. Trends in Food Science & Technology, v. 100, p. 67–76, 2020.

MESQUITA, Francisco de Oliveira; CARDOSO, José Leonardo Noronha; MEIRELES, Ana Célia Maia et al. Crescimento de *Artocarpus heterophyllus* Lam. Em substrato com biofertilizantes irrigado com águas salinas. In: Congresso Internacional das Ciências Agrárias, 2, 2017, Natal. Anais [...] Natal: COINTER, 2017.

MOREIRA, I. S., SILVA, W. P., CASTRO, D. S., SILVA, L. M. M., GOMES, J. P., & SILVA, C. M. D. P. S. Production of kiwi snack slice with different thickness: drying kinetics, sensory and physicochemical analysis. Australian Journal of Crop Science, v. 12, p 779, 2018.

NETO, Aroldo Antônio de Oliveira. A participação do abacaxi no desenvolvimento econômico nas regiões produtoras. Compêndio de estudo Conab, v.24, Brasília – DF, 2020.

NUNES, J. S; LINS, A. D. F; GOMES, J. P; DA SILVA, W. P; & DA SILVA, F. B. Influência da temperatura de secagem nas propriedades físico-química de resíduos abacaxi. Agropecuária Técnica, v. 38, n. 1, 41-46. 2017.

OLIVEIRA, B. F.; NEGREIROS, J. K. S.; BONFIM, K. S.; CAVALCANTE, J. A.; PINTO, M. F.; COSTA, N. A. Modelagem matemática da cinética de secagem em camada de espuma da folha de graviroleira (*Annona muricata* Linn) e caracterização do pó obtido. Research, Society and Development, v. 9, n. 4, e10942811, 2020.

OLIVEIRA, Lenice Freiman de. Efeito dos Parâmetros do Processo de Desidratação de Jaca (*Artocarpus heterophyllus*, Lam.) Sobre as Propriedades Químicas, Físico-químicas e Aceitação Sensorial. 2009. 121 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009.

OLIVEIRA, Lenice Freiman de; GODOY, Ronoel Luiz de Oliveira; BORGES, Soraia Vilela. Estudo da qualidade nutricional de jaca (*Artocarpus heterophyllus*, Lam.) in natura e desidratada sob diferentes condições de secagem. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/875575/1/2010103.pdf>. Acesso em 24/09/2022.

OLIVEIRA, Rafael Farias de. Estudo da secagem em camada de espuma do sangue bovino. 2017. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

PACCA, R. F. Cinética de secagem e análises físico-químicas de abacaxi desidratado. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenheiro Agrícola e Ambiental da Universidade Federal de Viçosa – MG, 2022.

PANCHARIYA, P. C.; POPOVIC, D.; SHARMA, A. L. Thin-layer modeling of black tea drying process. *Journal of Food Engineering*, v. 52, n. 4, p. 349-357, 2002.

PORCINO, Gisliane Osório. Potencial tecnológico da jaca mole: caracterização e processamento. 2017. 62 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Agrônoma) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

REIS, C. G. Cinética de secagem da manga 'princesa' pelo método camada de espuma (foam-mat drying): experimentação e modelagem matemática. TCC (Tecnologia em Alimentos) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro, Salgueiro, PE, 95f., 2019.

RIGUETO, C. V. T. et al. Influência da temperatura de secagem de jambo vermelho (*Syzygium malaccense*) em camada de espuma. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 3, p. 40932382, 2020.

ROCHA, D. C.; SANTOS, B. M.; SCHEID, C. M.; E CALÇADA, L. A. Determinação dos coeficientes de difusão e convectivo na Secagem de sementes de nasturtium officinale (agrião). In *Anais: Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica*, 6, 2005, Campinas. Resumos... Campinas: 2005.

RODRIGUES, A. F. S. et al. Aditivos Alimentares: Conceitos, Aplicações e Toxicidade. Minas Gerais: FUCAMP, 2013.

SANCHES, Nilton Fritzons; MATOS, Aristóteles Pires de. Abacaxi: o produtor pergunta, a Embrapa responde. 2ª ed. Brasília: Embrapa, 2013.

SANKAT, C.K.; CASTAIGNE, F. Foaming and drying behaviour of ripe bananas. *Lebensm.- Wiss. u- Technol*, v.37, n.1, p. 217-525, 2004.

SEBRAE. O cultivo e o mercado do abacaxi. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-do-abacaxi,71b3438af1c92410VgnVCM100000b272010aRCRD>. Acesso 17/09/2022.

SILVA, A. B. S. et al. Influência da temperatura de secagem em camada de espuma nas propriedades físico-químicas da polpa de umbu (pondias tuberosa). In: *Anais do I Web Encontro Nacional de Engenharia Química*. Diamantina - MG) online, 2021.

SILVA, Adriano Sant'ana; GURJÃO, Kátia Cristina de Oliveira; ALMEIDA, Francisco de Assis Cardoso et al. Desidratação da polpa de tamarindo pelo método de camada de espuma. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 32, n. 6, p. 1899-1905, 2008.

SILVA, Edna Carla Araújo; SOUZA, Victor Kaiqui Silva; SOUZA, Guilherme Silva Freire de et al. Benefícios da Farinha do Caroço de Jaca (*Artocarpus Heterophyllus*). *Jornal Internacional de Nutrologia*, v. 11, n. 01, 2018.

SILVA, J. da, PEREIRA, V. de S., MEDEIROS, M. L. da S., SILVA, A. F. V. da, & MARTINS, G. M. V. Moldagem cinética da secagem da polpa de caqui (*Diospyros kaki* L.) em camada de espuma/ Foam mat drying kinetic modeling of persimmon. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.7, n.7, p. 74427-74442 jul. 2021.

SILVA, Rodolfo Benedito da; SILVA, Fabrício Schwanz da; PORTO, Alexandre Gonçalves et al. Estudo da cinética de secagem de polpa de carambola. *Revista brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, v. 10, n. 2, p. 2069-2080, 2016.

TACO - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. 4 ed. São Paulo: Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação, 2011.

TAN, S. L. et al. Physical, chemical, microbiological properties and shelf life kinetic of spray-dried cantaloupe juice powder during storage. *LWT*, v. 140, p. 110597, 2021.

THUWAPANICHAYANAN, Ratiya; PRACHAYAWARAKORN, Somkiat; SOPONRONNARIT, Somchart. Drying characteristics and quality of banana foam mat. *Journal of Food Engineering*, v. 86, p. 573–583, 2008.

VERNON-CARTER, E.J.; ESPINOSA-PAREDES, G.; BERISTAIN, C.I.; ROMEROTEHUITZIL, H.R. Effect of foaming agents on the stability, rheological properties, drying kinetics and flavour retention of tamarind foam-mats. *Food Research international*, v.34, n.1, p. 587-598, 2001.

WIJEWARDANA, R. M. N. A; NAWARATHNE, S. B; WICKRAMASINGHE, I; GUNAWARDANE, C. R; WASALA, W. M. C. B; & THILAKARATHNE, B. M. K. S. Retention of physicochemical and antioxidant properties of dehydrated bael (*Aegle marmelos*) and palmyra (*Borassus flabellifer*) fruit powders. *Procedia Food Science*, v. 6, 170-175. 2016.

AGRONOMIA, BIOLOGIA E ZOOTECNIA: ESTUDOS FUNDAMENTAIS

VOLUME IV



conhecimentolivre.org/home



contato@conhecimentolivre.org



[editoraconhecimentolivre](#)



CONHECIMENTO LIVRE