|  |
| --- |
| **ORDENHADEIRA COM ENERGIA SOLAR TÉRMICA**  **Rebeca de Andrade1; Maria Yasmin Serafim2; Marya Eduarda Alexandre3**  1,2,3 Escola Estadual Walfredo Gurgel  **ÁREA TEMÁTICA: Energia Solar Térmica** |

**RESUMO**

O presente trabalho apresenta a caracterização de uma ordenhadeira solar térmica com a finalidade de limpeza Clean in Place (CIP) - limpeza local, onde ocorre a limpeza por circulação através do uso do calor do sol diretamente para aquecer outros meios, aproveitando tubos a vácuo a fim de realizar a captação e transferir o calor para um meio líquido, a água.  Utilizando esta para a limpeza dos equipamentos da ordenhadeira que entra em contato com o leite das vacas.  Com a finalidade de que a limpeza e desinfecção não aumente a carga microbiana responsável pela baixa qualidade do leite, após a ordenha. Os benefícios da Ordenhadeira Solar são a produção de energia mais limpa, que a gerada por grande parte do sistema de energia do país que em geral trabalha com biocombustíveis, petróleo, carvão mineral, gás natural e energia nuclear, e também a utilização de materiais recicláveis como latinha que sendo reutilizados na construção da Ordenhadeira reduzem o impacto ambiental e geram mais consciência ecológica na reciclagem de materiais.

**Palavras-Chave:** Ordenhadeira; Produção de leite; Limpeza. Energia solar; Energias renováveis.

**ABSTRACT**

The present work then presents the characterization of a solar thermal milking machine with the purpose of Clean in Place (CIP) cleaning - local cleaning, where cleaning by circulation occurs through the use of heat from the sun directly to heat other media, taking advantage of tubes in vacuum. To capture and transfer heat to a liquid medium, water. The water will be used to clean milking equipment that comes into contact with the cows' milk. So that cleaning and disinfection does not increase the microbial load responsible for the poor quality of milk after milking. The benefits of the heater are a way to produce cleaner energy than that generated by much of the country's energy system, which generally works only with hydroelectric plants, the use of recyclable materials such as cans reduces the amount of waste discarded.

**KEYWORDS**:  Milking machine; Milk production; Cleaning; Lactation. Solar energy; Renewable energies.

# INTRODUÇÃO

No contexto da crise energética mundial a visão de crescimento e desenvolvimento econômico e social dos países passa pelo consumo de  energia para abastecer os diversos setores da economia.  A indústria como o principal consumidor é a que mais demanda energia, assim como também a que gera mais emissões de poluentes na atmosfera.  Segundo a U.S. Environmental Protection Agency (USEPA),2000, as emissões globais de metano geradas a partir dos processos entéricos são estimadas em 80 milhões de toneladas por ano, sendo 22% das emissões totais do metano geradas por fontes antrópicas representando assim 3,3% do total dos gases efeito estufa. Dessa forma com a expansão dos processos industriais faz necessário o aprazamento de energias derivadas de combustíveis fósseis através das energias renováveis, como por exemplo a energia solar térmica.

No Brasil a indústria pecuária é uma das principais responsáveis pela emissão de grandes quantidades de dióxido de carbono (CO2) por meio da queima de árvores e revolvimento do solo para a criação de gado leiteiro possuindo assim grande impacto ambiental. A pecuária de leite tem provocado muitas interrogações quanto a qualidade da produção leiteira, sendo assim para manter as características do produto e agregar qualidade e confiabilidade ao leite produzido pelo pecuarista de pequeno porte é necessária a higienização dos equipamentos envolvidos na extração do leite e conservação deste. (ZEN et al., 2008)

A ordenhadeira mecânica se fundamenta na extração de leite pelas teteiras, junto ao teto da vaca, por intermédio de uma bomba de vácuo que, por sucção, fará o leite sair, vencendo a resistência do esfíncter (estrutura muscular responsável pela passagem de substâncias). Esse sistema funciona através de uma intensidade constante do vácuo, devido a isto existe um regulador do vácuo, esse operador controla visualmente a intensidade do vácuo pelo vacuômetro.  A parte mais intimamente ligada à vaca  são as teteiras, que é composta de um corpo externo e um tubo interno que serve de forro, chamado espremedora.  Para isso é necessário que ocorra a limpeza dos equipamentos e da glândula mamária do animal, estes devem ser lavados com água corrente no caso de sujidades como fezes, lama adquiridas quando este está deitado lateralmente. (KRUG et al., 1993)

No processo de limpeza que ocorre após a ordenha, deve-se lavar e desinfetar os tetos da vaca mergulhando-os em uma solução desinfetante composta de iodo e glicerina, medida muito importante para evitar a contaminação por micro-organismos patogênicos existentes na natureza. No método de ordenha mecânica a água aquecida pelos coletores pode ser utilizada na higiene dos tetos para garantir a qualidade do leite, de maneira sustentável e com baixo custo.Essa higienização deve ser feita diariamente e para isso decorre de aquecimento muita das vezes derivado de queima de madeiras, energia elétrica ou combustíveis fósseis. (ZEN et al., 2008)

A ordenhadeira e o tanque resfriador devem ser higienizados a cada extração evitando a contaminação e consequentemente acidificação do leite nas ordenhadeiras devido a permanência de resíduos em deterioração que desenvolvem bactérias e assim danificam a glândula mamária.  Mediante o exposto o estudo em questão colabora com a manutenção da saúde dos animais e a produção de qualidade do leite pois os processos de contaminação bacteriana são decorrentes da contaminação bacteriana advinda da má descontaminação dos  utensílios. (KRUG et al., 1993)

O objetivo do trabalho é construir um coletor solar de baixo custo para aquecer a água em prol dos fins sanitários dos tetos nas ordenhadeiras mecânicas, visando através das tecnologias disponíveis e dos materiais reutilizados criar soluções com a realidade brasileira da agricultura familiar, atendendo os setores menos favorecidos da sociedade principalmente onde a infra-estrutura de abastecimento elétrico não é frequente, intentando também a sustentabilidade e uso de energia limpa por meio da energia solar térmica, pois foram utilizados estudos referentes à influência da sanificação e das práticas de ordenha na qualidade do leite, considerando avaliações da qualidade microbiológica do leite, criação e cuidado com o gado e seu impacto na produção de lácteos, destacando o sistema de limpeza clean in place, aquecedores solares (funcionamento, eficiência e impactos) e o uso da energia solar térmica, salientando o incidência solar em Natal por localidade (CRESESB), dados buscados através de pesquisas bibliográficas e documentais.

Como objetivos específicos para esse trabalho tem-se, aprazamento de energias derivadas de combustíveis fósseis através de fontes renováveis; caracterizar o uso de coletores solares de baixo custo para o aquecimento de água; compreender o impacto do uso de coletores solares na higienização dos equipamentos de ordenha, saúde dos animais, qualidade do leite e redução de custos na produção.

# 2. REFERENCIAL TEÓRICO

**2.1 Localização do Experimento**

A pesquisa foi realizada utilizando um sistema de aquecimento e coleta solar de água instalados latitude -5.8381002 de longitude -35.2180412, localizada em Natal, Rio Grande do Norte. (CRESESB,2014)

Tabela 1. Incidência Solar Média

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estação | Município | UF | País | Média | Delta |
| Natal | Natal | RN | Brasil | 5,67 | 1,61 |

Fonte: Elaborado pelos autores com base na CRESESB

Natal é a capital do Rio Grande do Norte, o território natalense um clima tipicamente tropical, localizada no litoral do nordeste Brasileiro sendo banhada pelo oceano Atlântico. O relevo natalense é predominante plano  formado principalmente por planícies costeiras e com grande presença de dunas, as temperaturas locais são bastante elevadas, com pouca variação ao longo das estações e com grande luminosidade, favorecendo a indústria de energia solar devido a alta incidência. Os setores secundário e primário possuem pouca expressão  em Natal, sendo mais voltadas para a subsistência como a pecuária, sendo assim esse trabalho dá destaque para uma área ainda com pouca visibilidade e desenvolvimento sustentável. (Mundo Educação, 2009).

Segundo, II Congresso Brasileiro de Energia Solar e III Conferência Regional Latino-Americana da ISES, 2008, com experimentos realizados em LAVAT (Laboratório de Variáveis Ambientais Tropicais) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro Regional do Nordeste (INPE/CRN), a incidência solar em Natal se dá devido pelo fato de ser uma cidade muito próxima à linha do equador, possuindo uma incidência de 2.184,80 horas anuais de insolação e nebulosidade média de 6.2, numa escala de 1 a 10 (Mascaró, 1991 apud Araújo, 1996). A intensidade da radiação solar é alta, pois a trajetória do Sol varia de 65º a 90º, pois grande parte difusa e com grande luminosidade.

**2.2 Estrutura Fundiária**

A discussão agrária no Brasil é discutida de maneira muito pertinente por historiadores como Furtado (1972) e Guimarães (1989), os quais apontam a concentração fundiária e o latifúndio como elementos importantes na desigualdade brasileira. Segundo Serra (2003), o desenvolvimento agrário brasileiro foi marcado pela concentração de propriedades, o mesmo autor retrata a legislação que caracterizada por mecanismos legais e conjunturas político-econômicas que permitiram a criação de conflitos que perduram até hoje.

A questão da estrutura fundiária é de extrema importância pois a distribuição fundiária no cenário econômico é de alta relevância pois regiões com grande concentração de terra influenciam no desenvolvimento econômico, sendo assim grandes regiões em ócio abstém-se de produtos que poderiam  gerar crescimento regional e econômico trazendo mais visibilidade como por exemplo a região Nordeste. No Brasil a questão fundiária gera grande polêmica principalmente na região Nordeste pois é onde se desempenham  atividades no campo importantes e onde se encontra maior concentração da população rural, apesar do importante papel social e econômico dessa região está ainda é muito deprimida socialmente, econômica e tecnologicamente.(Santos et al.,2009)

Estas regiões sofrem também sistematicamente os efeitos de sua vulnerabilidade climática, a temática estrutura fundiária nesta região,é um tema atual e não resolvido, a pobreza rural ainda é uma realidade constrangedora. (Medeiros,2010)

O índice de Gini é utilizado  nos estudos da concentração fundiária devido a sua aplicação usual e em análises oficiais do Governo Federal, no caso do IBGE. (Santos et al.,2009) A região Nordeste se encontra em uma rigidez no perfil de crescimento nos últimos 36 anos em alterações na estrutura fundiária, apresentando pouquíssima variação nos períodos analisados nos Censos agropecuários do IBGE (1970/2006), sendo o maior valor alcançado na região de (0,865) em 1985, Rio Grande do Norte alcançou em 2006  (0,849).

  De acordo com o Censo Agropecuário do IBGE de 2006 o total apresentado representou um aumento de 5,5% em 10 anos, sobre os quase 2,32 milhões de estabelecimentos existentes em 1996. A expansão em extensão das áreas economicamente exploradas aumentou no mesmo período em cerca de 340 mil hectares, correspondendo a um ligeiro incremento na área explorada em 1996, que passou de 78,20 a 78,54 milhões de hectares em 2006.

Tabela 2. Número de estabelecimentos Voltados para Agropecuária leiteira

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Estado | Número de Municípios | Área Total (ha) | % da área total |
| Rio Grande do Norte | 73.636 | 2.462.204 | 6 |

Fonte: Elaborado pelos autores com base no IBGE 2006

Apresentando assim um aumento de cerca de 37 mil unidades, o uso da terra nessa região nordestina está historicamente vinculado à combinação de duas grandes atividades: a pecuária extensiva e a produção de algodão. Ambas constituíram a base do sistema de sustentação do modelo de ocupação da terra. (CNRBC, 2004).

**2.2.1 Produção e Consumo de Leite**

Prezasse nos últimos quatro anos, a produção de leite de vaca, búfala, cabra, ovelha, da produção mundial cresceram em média 1,7% ao ano, apresentando crescimento maior em países em desenvolvimento e menores em países desenvolvidos , de 0,7% e 2,8% ao ano. (HEIDEN, 2011)

Os mercados estão vivendo um crescimento acelerado no consumo de leite e derivados, por conta do crescimento da população, aumento da renda familiar, novos hábitos alimentares e maior oferta de produtos lácteos. O crescimento dos países emergentes na indústria leiteira, nos últimos anos representa 95,8%,dos 96% do crescimento do mercado emergente mundial. (PASCOWITCH, 2009) A produção leiteira brasileira é uma das mais reconhecidas e importantes, essencialmente a geração de renda e empregos. O Brasil apresenta diferenças climáticas, de solo e pastagens possuindo propriedades altamente tecnificadas e tradicionais também, viabilizando principalmente a subsistência de famílias. (VALLEE, 2008)

A produção leiteira no Brasil passou de 11,2 bilhões de litros em 1980, para 14,1 em 1989, sendo assim apresenta um aumento de 2,9 bilhões de litros por período. (COSTA, 2006) Estudos realizados afirmam que a produção de leite próxima a 31 bilhões de litros em 2010 e um volume exportado de 123 milhões de litros de leite, representando 4% das importações e da oferta nacional, de acordo com Centro de Estudos em Economia Aplicada (CEPEA),2012. No semiárido nordestino a pecuária representa essencialmente segurança alimentar e econômica para os agricultores, representando um importante meio de acumulação de riqueza para esses produtores. (LIMA, et al., 2009).

A pecuária no semiárido nordestino enfrenta o alto custo dos concentrados comerciais do mercado nordestino sendo um dos fatores limitantes à viabilidade econômica das explorações leiteiras regionais assim como o desafio das secas periódicas, irregularidades pluviométricas, escassez de alimentos, limitando uma exploração em melhores condições na atividade láctea. (LIMA et al., 2011)

O estado do Rio Grande do Norte contempla um rebanho de 1.640.000 animais distribuídos entre bovinos, caprinos e ovinos. Esses animais estão localizados em mais de 70.000 estabelecimentos rurais, onde predominam as pequenas propriedades e correspondem em 50% a produção leiteira do estado. (CONAB, 2008). O rebanho bovino no estado do Rio Grande do Norte corresponde a 0,5 e 3,7%, do rebanho brasileiro e da região Nordeste, o Brasil possuindo 210 milhões de cabeças de bovinos sendo a região Nordeste detentora de 13,7% desse rebanho. (IBGE – Pesquisa Pecuária Municipal,2010)

O Rio Grande do Norte é pioneiro na implantação de políticas de segurança alimentar, principalmente pelo estímulo ao consumo de leite. Em 1986 foi criado o Programa do Leite Potiguar (PLP) atualmente chamado Programa do Leite do Rio Grande do Norte, sendo inclusive referência nacional na política para redução da insegurança alimentar, estruturante e de grande alcance, por promover também o desenvolvimento do setor leiteiro do Estado (EMATER/RN, 2010).

**2.3 Sistemas de Produção da Pecuária**

O sistema de produção de gado engloba diversos fatores: tecnologia, práticas de manejo, bem como o tipo de animal, o propósito da criação e até mesmo o eco da região onde a atividade é desenvolvida. O pecuarista de pequeno porte utiliza do sistema de produção extensivo que utiliza os recursos naturais disponíveis, com alimentação do gado sendo em campo nativo e pastagens implantadas usando toda a extensão territorial disponível. (Euclides Filho,2000)

Existem dois tipos de ordenha  manual e a mecânica, eles se diferenciam pelo uso ou não de um equipamento acoplado no úbere das vacas, nenhuma das técnicas interfere na qualidade do leite desde que as boas práticas de higiene de ordenha sejam seguidas corretamente, a contaminação por microrganismos é devido ao grau de higienização dos utensílios, dos tetos e do próprio ordenhador. A ordenha mecânica  fundamento neste trabalho,é realizada com um equipamento que simula a mamada do bezerro, em um sistema de dupla câmara com pulsador permitindo a realização de dois ciclos um de massagem e outro de extração/ordenha,os equipamentos principais são bomba de vácuo, regulador e válvula de registro de vácuo e juntamente Sistema de pulsação, câmara de pulsação, relação e ciclo de pulsação.  O método possibilita uma retirada mais rápida do leite, resultando em maior volume por dia. (EMBRAPA, 2022)

‘’Seu funcionamento se baseia na geração de vácuo ou pressão negativa em volta do teto, o que produz um efeito de sucção que vence o fechamento do teto (esfíncter), permitindo a saída do leite. O equipamento de ordenha deve ser projetado e mantido de forma que evitem turbulência, formação de espuma e agitação.’’ (Ribeiro e Carvalho, 2021)

O método de ordenha mecânica é dividido em dois tipos- balde e canalizada, o sistema balde é mais simples e mais econômico sendo realizado individualmente porém é mais eficiente,no sistema canalizado o leite é retirado e depositado diretamente no tanque de refrigeração por meio de canais portanto o leite tem menos contato com o meio externo sendo assim é menos manipulado. Uma boa ordenha garante o mantimento da qualidade do leite, evita contaminações, favorece o controle de doenças, garante a adequação às normas regulamentadoras e assegura a comercialização segura do leite.  (EMBRAPA, 2022)

**2. 5 Higienização dos Equipamentos**

A limpeza da ordenha é fundamental pois os resíduos das tubulações são locais de intensa multiplicação de micro-organismos que levam a contaminação do leite, duas grandes unidades de resíduos tratadas na ordenhadeira são as orgânicas e as minerais, nas orgânicas  os resíduos são os compostos de proteína, gordura e lactose do leite que devido à alta complexidade esses compostos se aderem nas tubulações, nos resíduos minerais (inorgânicos) que são os compostos dos sais minerais presentes no leite e os minerais presentes na água de limpeza como cálcio, magnésio e ferro, caso não corretamente removidos podem também se aderir a tubulação.  (Embrapa, 2022)

Sendo assim a limpeza dos equipamentos de ordenha se torna indispensável para manter a qualidade do leite extraído.  Dessa maneira o produto mais utilizado é o hipoclorito de sódio que é colocado nos tubos e canos para eliminar possíveis resíduos e também para a eliminação das bactérias para isto os profissionais fazem uso dos EPIs (Equipamentos de Proteção Individual) como luvas e máscara dessa forma realizando a CIP (clean in place: limpeza local). Nesse sistema a solução de limpeza sai do tanque e entra em contato com as partes do equipamento, e precisam se certificar que essa solução fique tempo o suficiente em contato com esses equipamentos, esse ciclo leva cerca de 10 minutos ao todo. A solução aquecida utilizada nesse processo precisa ter uma distância máxima do tanque para que essa água aquecida não perca o calor, assim tendo maior precisão na limpeza e também uma certa velocidade e fluxo padrão.  (VIRGINIA COOPERATIVE EXTENSION, 2009)

No tanque se encontra várias soluções dentre elas Detergente alcalino, sanitizantes, Detergente ácidos, que quando dissolvidas em uma certa quantidade específica de água tende a ser o principal elemento desse sistema de limpeza. Os principais agentes de limpeza utilizados em materiais orgânicos e inorgânicos, utilizados para facilitar a penetração na solução e auxiliar na remoção de proteínas: Detergentes alcalinos - apresentam em sua composição substâncias alcalinas cuja função é atuar químicamente na remoção de compostos orgânicos.  Detergentes Ácidos- são formulados ácidos orgânicos  e inorgânicos, conversão de materiais insolúveis e solúveis para que possa ocorrer remoção de compostos.   Para agentes que não atuam em resíduos orgânicos:  Sanitizantes- o objetivo principal do uso de sanitizantes na ordenha é reduzir a contaminação bacteriana. São mais utilizados devido ao preço ser mais acessível aos produtores lácteos.  (VIRGINIA COOPERATIVE EXTENSION, 2009)



Figura 1 - Sistema CIP

Fonte:VET Profissional

Existem várias etapas dentro nesse processo, em cada etapa pode ser adicionada alguma solução, e a temperatura da água também chega a mudar em cada uma delas. Na primeira etapa é utilizada a água em temperatura de 35 - 55 graus para tirar os resíduos grosseiros. Logo após vem a água de 43 a 77 graus com o detergente alcalino que ‘’serve para remoção da gordura e proteína após o enxágue inicial’’. E para ‘’remover os depósitos minerais de origem da água e do leite usam a água levemente aquecida’’ na temperatura de 35 a 43 graus com detergente ácido. (SANTOS,2004, p.11).

**2.5.1 Importância da Qualidade Microbiológica**

O leite secretado pode ser contaminado de três formas dentro da glândula mamária, da superfície exterior dos úberes e tetos e da má higienização de equipamentos.(SANTOS E FONSECA,2001) Nessas condições os principais microrganismos psicrotróficos são estreptococos, estafilococos, além de outros organismos formadores de esporos, podendo atingir uma contagem bacteriana de 108 a 1010 ufc/ml (BRAMLEY, 1982; HOGAN et al., 1989).  Com seu potencial de multiplicação as bactérias no leite podem causar alteração química, tais como degradação de gorduras, de proteínas e de carboidratos tornando o produto impróprio para consumo e consequentemente para a indústria. (COUSIN, 1982)

Com o intenso uso de equipamentos de ordenha e refrigeradores nas fazendas ocorre uma intensa atividade microbiana principalmente pois as bactérias psicrotróficas as quais são predominantes no leite refrigerado vem de lipases secretadas por lipases secretadas por microrganismos negativos que são as hidrolases que atuam principalmente nos triglicerídeos. (CASTBERG, 1992) Se condições higiênicas forem eficientes, as lipases presentes no leite não apresentaram impacto sobre o processo de pasteurização do leite para que as enzimas sobrevivam ao processo de pasteurização, não impactando na atividade lipolítica quando a contagem de psicrotróficos ultrapassa 10⁶/107 ufc/ml. (DOWNEY, 1980)

Cada vez mais estão sendo exigidos parâmetros de qualidade do leite, parâmetros físico-químicos, microbiológicos e higiênicos sanitários. (SANTOS e FONSECA, 2001).  Com isso a indústria láctea mundial atravessa um período de intensas transformações com maior preocupação dos consumidores em relação à indústria alimentar, para tornar da indústria de laticínios uma operação rentável e eficaz.  (PRATA, 1998) O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), criou a norma número 51, com instruções para a contagem de células somáticas, a ausência de resíduos de antibióticos, com o máximo de contagem de bactérias permitidos sendo 0,1x106 ufc/ml, influenciando a adoção de diferentes técnicas profiláticas de higiene e limpeza, na qualidade microbiológica do leite  por meio da contagem de bactérias psicrotróficas. (SANTOS, 2002).

**2.6 Custos na Produção Leiteira**

Os custos na produção leiteira é uma das maiores preocupações dos produtores pois havendo problemas sanitários, infecciosos com os animais da produção existem inúmeros gastos, a produção é reduzida e o custo pago pelo produto é menor. Rebanhos com baixas células somáticas (CCS) apresentam menores perdas na produção e produzem leite de melhor qualidade, estes utilizam menos antibióticos para tratamento da mastite e consequentemente ocorre menor risco de contaminação do leite com resíduos. (EMBRAPA,2012)

Uma produção em Pau dos Ferros, Rio Grande do norte registrou inflação de 13,58%, custos operacionais variando em 21,23%, custos de despesas de custeio variando 20,65%, os itens que tiveram maior aumento foram reparo de máquinas (57%), impostos e taxas no transporte do leite (31%), reparos de benfeitorias (25%), concentrados (24%), energia e combustível (22%). (Compêndio de estudos Conab – V. 16, 2018)

Com a utilização de um aquecedor solar ( sistema de boiler), ocorreria a diminuição dos gastos referentes a energia elétrica e sendo utilizado também para higienização diminuiria as despesas de custeio em variadas áreas como reparo de máquinas ( sistema de aquecedor de baixo custo é simples), reduzindo o custo de energia em até 40%. (UNICAMP,2008)

**2.6.1 Distribuição Elétrica no Meio Rural**

A distribuição de energia elétrica é realizada por demanda sendo divididas em grupos tarifários, o grupo B onde as propriedades rurais se encontram são os de Baixa tensão, abaixo de 75 KW, sendo o custo de kilowatts por hora nas propriedades rurais o consumo ativo representado na tabela abaixo por TUSD (R$/kWh), com dados fornecidos pela Companhia de Eletricidade de Pernambuco (CELPE) juntamente com a Companhia Elétrica do Rio Grande do Norte (COSERN).

Tabela 3. Distribuição Elétrica no Rio Grande do Norte

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| B2 - Rural e Cooperativa de Eletrificação Rural | TUSD (R$/kWh) | TE (R$/kWh) | TARIFA |
| Consumo Ativo | 0,30373000 | 0,24141000 | 0,54514000 |
| Consumo Reativo Excedente |  | 0,27433000 | 0,27433000 |
| Consumo Ativo Ponta - Tarifa Branca | 0,74620000 | 0,37357000 | 1,11977000 |
| Consumo Ativo Intermediário - Tarifa Branca | 0,48493000 | 0,22940000 | 0,71433000 |
| Consumo Ativo Fora Ponta - Tarifa Branca | 0,22367000 | 0,22940000 | 0,45307000 |

Fonte: Elaborado pelos autores com base na CELPE e COSERN

**2.7 Energia Solar Térmica**

O uso dos combustíveis fósseis em larga escala tem mudado a composição da atmosfera provocando alterações atmosféricas. A utilização das energias renováveis em substituição dos combustíveis fósseis é uma direção muito mais vantajosa. (ALC Lavado,2009).

A soma das energias cinética e potencial de todas as moléculas que constituem o corpo, define energia térmica, sendo diretamente proporcional a temperatura absoluta deste determinado corpo, medida em Kelvin, e a quantidade de graus de liberdade do sistema, que é a quantidade de direções para as quais as moléculas podem mover-se.  A inércia térmica é a resistência apresentada por um sistema térmico a variação de seu estado termodinâmico (estabilizar sua temperatura) e tem origem na sua capacidade de armazenar calor. Quão maior for esta, com maior facilidade o sistema irá absorver calor sem a alteração radical de seu estado termodinâmico. (JJ Correia,2017).

A energia solar térmica é uma fonte renovável que permite o aproveitamento do calor proveniente da energia para aquecimento de água, secagem de produtos, e produção de energia através de processos termodinâmicos que são ciclos convencionais análogos ao que se faz nas centrais termoelétricas convencionais a combustíveis fósseis, a utilização da energia térmica implica saber captá-la e armazená-la. O aproveitamento da energia solar térmica pode ser feita de forma passiva e de forma ativa, o aproveitamento térmico passivo é efetuado através de técnicas construtivas promovendo a exposição solar para gerar aquecimento ou evitando a mesma para gerar arrefecimento, já o aproveitamento térmico ativo é constituído por coletores solares que transferem a energia solar para a água ou para um fluído térmico, aquecendo-o. (Sousa Pereira,2010)

**2.8 Aquecimento de Água Através da Energia Solar Térmica**

A criação do aquecedor solar data de 1700, quando suas primeiras experiências foram documentadas pelo naturalista franco-suíço Horace de Saussure, que realizou experiências relacionadas ao isolamento térmico.  No Brasil o primeiro aquecedor solar surgiu com a crise do petróleo na década de 70.   O aquecimento da água pode ser realizado através de coletores, quando os raios solares atravessam o vidro da tampa do coletor esquentando as aletas que convencionalmente são feitas de cobre ou alumínio e pintadas com cores escuras para ajudar na absorção máxima da radiação solar, pois quando um objeto é branco reflete toda a luz que o atinge, mas o preto em contraste absorve tudo e não emite nada por isso quanto mais escuro o objeto tende a absorver mais e refletir menos. (Silva, Sergio Carlos,2007)

O coletor solar (não concentradores) é um sistema residencial, que faz uso da energia térmica para o aquecimento de água armazenada, a radiação solar entra em contato com a placa de alumínio, pintada de preto, no interior do boiler que armazena a água que será esquentada e utilizada. Também pintada de preto, ao lado da placa laminada, está a tubulação de água, para qual parte do aquecimento da placa laminada é transmitida para água no boiler, pelo processo de condução. A capacidade de aquecimento da placa é diretamente proporcional a sua área de espessura, potencializada, quando pintada de preto, pelo aumento da absorção da energia emitida pela radiação solar, aquecendo a água mais rápido. (Silva e Sergio Carlos, 2007).

No interior do boiler, coloca-se lã de vidro, no fundo, como material isolante, que ajuda a diminuir a transferência de energia para o ambiente, impedindo a saída da radiação infravermelha, retendo-a em seu interior, provocando o efeito estufa.  Uma vez que a água é  aquecida, uma corrente de convecção térmica é formada, deslocando a água quente para parte superior do reservatório, saindo pronta para o consumo, enquanto a água mais fria desloca-se para a parte inferior do reservatório. O coletor solar a vácuo funciona quase da mesma maneira que o coletor plano, que consiste em uma placa coberta com vidro e alumínio o qual a água sai do boiler vai até essa placa absorve esse calor e volta para o boiler até ser utilizada e esse ciclo de entrada e saída de água se repete; este coletor solar a vácuo tem suas placas assim como o seu boiler desenvolvidos com isolamento térmico com o objetivo de reduzir a perda de calor para o ambiente  porém a diferença é que no plano o isolamento é feito com lã ou fibra de vidro. (Silva e Sergio Carlos, 2007).

Já no coletor a vácuo o isolamento é assegurado pela ausência de ar os tubos de vidro, aumentam a sua eficiência comparado ao plano e eles ainda são pintados de preto que faz com que atraiam ainda mais o calor da radiação solar fazendo o fluido dentro dele, que na maioria dos casos é água, aquecer em menor tempo.   Após o aquecimento do fluido passa que pelos coletores, o fluido vai para o boiler que é o local no qual vai manter a água aquecida e vai armazená-la até a hora do uso, e conta com um sistema de resistência elétrica para manter a água aquecida ou até mesmo aquecê-la em dias de chuvosos ou nublados. (Silva e Sergio Carlos, 2007)

No Brasil atualmente, a principal fonte de energia é a energia hidrelétrica, de acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) essa energia é cara e provoca prejuízos ao meio ambiente; porém existe um grande potencial para a energia solar no país, contudo ela não era tão reconhecida e é bem cara, então começaram a desenvolver um projeto que diz de acordo com Pereira, Renato C., et al. "Eficiência Térmica de Coletores Solares de Baixo Custo-CSBC." Consistem basicamente em coletores solares caseiros de sistema simples que esquentam a água, não o suficiente para a ferver mas em uma temperatura para utilizá-la em uso doméstico, ou como no caso do dessa pesquisa para fins de sanitização rural. (Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Vol. 15, 2006)

O EMBRAPA (Empresa Brasileira de pesquisa e Agropecuária) que é um centro de pesquisa, inovação e tecnologia da agricultura e pecuária brasileira, tem publicações do CPAC (Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado) que ensinam como fazê-los, “Nos modelos montados a título de teste no CPAC não houve preocupação com eficiência nem com altas temperaturas da água. Chegou-se a dois sistemas muito simples, fáceis de construir com materiais e mão-de-obra existentes em qualquer exploração agrícola, e capazes de resolver o problema de água quente doméstica. ” (Seixas e Folle, 1981)

O coletor solar plano é uma placa coberta por vidro, que serve como revestimento para o alumínio que compõem o coletor, depois estão os tubos por onde a água passa junto com as estruturas mais escuras chamadas aletas que retém o calor do sol e depois o isolante térmico e o coletor solar a vácuo é composto por placas coletoras , utiliza tubos que substituem a lã de vidro pelo vácuo tendo uma camada de absorção para não refletir os raios solares e garantir a absorção de calor. (Silva e Sergio Carlos, 2007).

**2.9 Vantagens do Uso dos Coletores na Pecuária**

As indústrias de laticínios precisam possuir grandes áreas de telhado mesmo em áreas rurais para abrigarem o gado, o que é ideal para a instalação dos coletores. Os coletores solares sustentáveis possuem baixa necessidade de manutenção sendo necessária apenas a verificação semestral e limpeza dos painéis poucas vezes ao ano, para manter o sistema em plenas condições de funcionamento. Os equipamentos não interferem no funcionamento da instalação elétrica pois independe deste, os coletores também causam praticamente nenhuma alteração visual e física em seu local de instalação. (Silva e Sergio Carlos, 2007)

Por sua produção ser completamente advinda de materiais recicláveis os coletores têm baixo impacto ambiental e devido ao seu funcionamento prático este não possui ruído o que não interfere na qualidade de vida do gado. (Silva e Sergio Carlos,2007)

Todas essas condições afetam diretamente o bem-estar do gado e consequentemente a qualidade do leite, pois em ambientes de estresse como alteração de espaço ou ruídos que causem desconforto os animais afetam diretamente na produção. Devido a exposição a estas situações o sistema nervoso simpático e o eixo hipotálamo-hipófise- adrenal é afetado, como resposta a isso a susceptibilidade a doenças é maior e ocorre ‘’ (inibição central) pode ser detectada pela ausência do pico de ocitocina na corrente sanguínea ou pelo aumento do volume de leite residual após a ordenha, tal como acontece quando uma vaca é ordenhada em um ambiente não familiar. (Anais do Encontro Anual do National Mastitis Council, p. 149-159, 2005, adaptado de Rushen e Passillé, 2005.)

Este leite residual pode ser medido pela injeção de ocitocina exógena que resulta na expulsão completa do leite, demonstrando a deficiência da ocitocina de origem endógena.’’ (Anais do Encontro Anual do National Mastitis Council, p. 149-159, 2005, adaptado de Rushen e Passillé, 2005)  As vacas ordenhadas em condições normais (controle) apresentam um pico de ocitocina logo após o início da ordenha o que gera uma maior quantidade de leite ordenhado e menor quantidade de leite residual. (Anais do Encontro Anual do National Mastitis Council, p. 149-159, 2005, adaptado de Rushen e Passillé, 2005.)

Já as vacas que são ordenhadas isoladas em um local estranho ocorre uma menor liberação de ocitocina o que reduz a quantidade de leite ideal para ordenha e aumenta a quantidade de leite residual. (Anais do Encontro Anual do National Mastitis Council, p. 149-159, 2005, adaptado de Rushen e Passillé, 2005.) Considerando todas essas condições que afetam a qualidade do leite e o bem-estar dos animais, é fundamental que os responsáveis pelos rebanhos utilizem equipamentos como os coletores solares para manter os animais em locais ideais e ainda assim eficientes na produção de laticínios. (Anais do Encontro Anual do National Mastitis Council, p. 149-159, 2005, adaptado de Rushen e Passillé, 2005.)

**3 Método**

**3.1 Caracterização da Pesquisa**

Esse estudo se caracterizou como um estudo de caso, segundo Gil (2009) estudo de caso é aquele que se caracteriza por um longo e exaustivo estudo de um ou poucos objetos de maneira que permita seu detalhamento, o estudo de caso pode ser aplicado em qualquer área de conhecimento.

Esse estudo foi fundamentado também em uma pesquisa descritiva que descreve as características de determinada população ou fenômeno e são utilizadas para técnicas de coletas de dados, segundo Gil (2010).  Com base no autor citado, a pesquisa exploratória é utilizada para proporcionar maior familiaridade com o problema, outrossim esta pesquisa possui cunho qualitativo que de acordo com Richardson (1999), a abordagem qualitativa justifica-se por apresentar formas adequadas para se entender a natureza de um fenômeno social analisando situações complexas ou particulares.

**3.2 População e Amostra**

A pesquisa teve como quididade o estado do Rio Grande do Norte tendo como população os produtores de leite e estudo de análise de dados realizado pelo Compêndio de Estudos Conab – V. 16, 2018.

**3.3 Técnica de Coleta de Dados**

A coleta de dados foi obtida por meio de pesquisa documental e a pesquisa bibliográfica, a pesquisa bibliográfica segundo Gil (2010), é desenvolvida com materiais já elaborados para minúcia do assunto, para tal foi utilizado livros, dissertações, teses, artigos encontrados na organização estuda.

**3.4 Técnicas de Análises de Dados**

A análise de dados tem como objetivo organizá-los de maneira que forneça respostas à investigação proposta, procurando sentido na interpretação  e ligação de conhecimentos obtidos anteriormente, os dados dessa pesquisa foram considerados através do método de análise de conteúdo.

A análise de conteúdos é o conglomerado do conteúdo captado por meio de ferramentas de pesquisa que permitem a indução dos conteúdos estudos de antemão.

**3.5 Técnica e Construção do Coletor**

O coletor utilizado no desenvolvimento deste trabalho foi o coletor solar a vácuo, que consiste na circulação da água quente menos densa subindo e a água mais fria, mais densa ficando ao fundo passando pela placa e sendo aquecida e de volta para o boiler repetindo o processo, esse  coletor solar a vácuo tem suas placas desenvolvidas com isolamento térmico com o objetivo de reduzir a perda de calor.  Sendo assim o coletor de baixo custo foi desenvolvido com garrafas pets utilizadas formando a placa com embalagens longa vida de leite pintadas de preto (absorve mais calor) e com a parte laminada voltada para canos pvc causando o efeito estufa e impedindo a saída da radiação infravermelha, conservando-a no interior do coletor e aquecendo a água no interior da tubulação.

Para a construção da placa foram utilizadas 25 garrafas pets transparentes de 2L, e criando o efeito de isolamento foram utilizadas 25 embalagens longa vida de um litro de leite, as embalagens foram cortadas com um molde de madeira e foram devidamente pintadas com tinta preta fosca para melhor absorção do calor, já as garrafas tiveram seus fundos cortado, após isso foi colada as embalagens dentro da garrafas e as unindo-as com a utilização fita isolante preta 3m. Para a tubulação foram utilizados 10 metros de canos tipo PVC de 20 mm e 1⁄2 de polegada, sendo 1,20m para colocar as garrafas, ou seja, a altura do coletor, 54 cm de comprimento e 58 cm unindo o coletor ao boiler de 40 cm de largura com capacidade de 50L, utilizado para o armazenamento da água aquecida e passagem da água fria, foi utilizada cola para canos PVC Tigre. Ao todo o sistema possui 1,42 de altura e cm de largura.

Foi usado também pedaços do tubo cortados em 6 cm para colocar entre as conexões do tipo T, foram 8 ao todo, tem a função de unir os canos com as garrafas um ao outro em cima e em baixo, e também conexões do tipo L que ao todo foram 4, 3 nas pontas e uma para conectar-se ao boiler e do boiler para o cano de saída do coletor.  Para a formação dos canos, garrafas e embalagens foram utilizados estilete, arco de serra, lixa d’água (número 100), para fechar buracos no boiler saída e passagem de água foi utilizada cola massa Durepox, para a saída de água do boiler até o seu destino final, que nesse caso é a ordenhadeira foi posto uma torneira de jardim preta de plástico: 20mm, unindo os canos uns aos outros cinco conexões tipo L de PVC: 20mm e ½ de polegada e unindo-os ao boiler foram utilizadas três adaptadores com anel PVC marrom roscável e soldável: 20mm ½ de polegada.

O desenvolvimento do sistema seguiu os seguintes procedimentos técnicos, os materiais recicláveis por meio de coleta com familiares e amigos, as garrafas pet e caixas de leite foram higienizadas, o esqueleto do sistema com os canos foi montado antes de testes eventuais e perfuramos o boiler para providenciar o encaixe de rotas de entrada e saída para a água quente e fria e o encaixe da torneira para uso da água quente, através dos cálculos de inclinação. O coletor solar de garrafas pet alcançou 30° C graus em dias com nuvens e em dias ensolarados alcançou 35°C graus.  Não sendo plenamente eficiente pois para a higienização das ordenhadeiras com um coletor de baixo custo é necessário um valor de 40°/45°C, e o coeficiente térmico da água sendo calculado pelo cálculo C = Q/ΔT, capacidade térmica em cal/°C ou J/K.

Inicialmente o projeto foi desenvolvido com 25 garrafas PET (polipropileno) de 2L, porém a condução térmica do material era muito baixa para atingir o calor necessário para a realização da limpeza de uma ordenhadeira. Após pesquisas de condutividade térmica em materiais e testes, o coletor foi projetado sobre o mesmo esqueleto, porém com latinhas (alumínio) recolhidas em pontos de coleta.  Sendo assim o coletor de baixo custo foi desenvolvido com sucata pintada de preto causando o efeito estufa e impedindo a saída da radiação infravermelha, conservando-a no interior do coletor e aquecendo a água no interior da tubulação.

Tabela 4. Materiais e sua Condutividade Térmica

|  |  |
| --- | --- |
| **Material** | **Condutividade Térmica (W/m2.Co)** |
| Alumínio | 237 |
| Ferro | 80,3 |
| Polipropileno | 0,21 |

Fonte: Tabela elaborada pelos autores com base na pesquisa do Prof. Dr. Sérgio R.

Para a construção da placa foram utilizadas 50 latinhas de 350 ml, para a tubulação foram utilizados 10 metros de canos tipo PVC de 20 mm e 1⁄2 de polegada, sendo 1,20m a altura do coletor, 54 cm de comprimento e 58 cm unindo o coletor ao boiler de x cm de largura com capacidade de 20L, utilizado para o armazenamento da água aquecida e passagem da água fria, foi utilizada cola para canos PVC Tigre. Ao todo o sistema possui 1,42 de altura e 54 cm de largura. Foi usado também pedaços do tubo cortados em 6 cm para colocar entre as conexões do tipo T, foram 8 ao todo, tem a função de unir os canos com as latas um ao outro em cima e em baixo, e também conexões do tipo L que ao todo foram 4, 2 nas pontas e uma para dar a ligação do boiler para o cano de saída do coletor.

Para a formação dos canos  foram utilizados arco de serra, lixa d’água (número 100), para fechar buracos no boiler saída e passagem de água foi utilizada cola massa Durepox, para a saída de água do boiler até o seu destino final, que nesse caso é a ordenhadeira,foi posto uma torneira de jardim preta de plástico: 20mm, unindo os canos uns aos outros cinco conexões tipo L de PVC: 20mm e ½ de polegada e unindo-os ao boiler foram utilizadas três adaptadores com anel PVC marrom roscável e soldável: 20mm ½ de polegada.

O desenvolvimento do sistema seguiu os seguintes procedimentos técnicos, os materiais recicláveis por meio de coleta com familiares e amigos, as latinhas de 350ml foram higienizadas, o esqueleto do sistema com os canos foi montado antes de testes eventuais e perfurado-o boiler para providenciar o encaixe de rotas de entrada e saída para a água quente e fria, e o encaixe da torneira para uso da água quente, através dos cálculos de inclinação. No coletor de Sucata através do cálculo C = Q/ΔT, a água nas latinhas alcançou 40°C graus em dias com nuvens e em dias ensolarados alcançou 45°C graus.

**4 Resultados e Discussões**

Pela localização da cidade de Natal e pela amplitude de seu território, o principal sistema de produção existente não é a agropecuária leiteira, porém a agropecuária leiteira está adquirindo espaço progressivamente, com destaque na matriz produtiva primária.  A produção tem tido sua maior aceleração com o advento dos processos de ordenha e da reforma agrária, anteriormente existindo apenas outros produtores que realizavam o processo produtivo de forma rudimentar e tradicional sendo ordenha manual e entrega ao consumidor final.

Com o aumento da demanda por qualidade em produtos alimentícios, exigida pelo consumidor final e implementada pelo mercado, de acordo com exigências legais e fiscalização exercida pelos órgãos de inspeção sanitária. O produtor lácteo tem buscado qualificação e as melhores técnicas de retirada do produto, principalmente visando gerir seus custos de produção dentro de um mercado competitivo, onde o considerado leite sem qualidade não possui demanda. O setor leiteiro vem ainda passando por processos para a melhoria da qualidade do leite, a qual sofre muita adulteração da qualidade com os produtos químicos para mascarar o processo de acidificação do leite, o qual ocorre na retirada de tal, e aumento do produto com adição de água para entrega posterior à indústria.

Para gerar um produto com qualidade todo o processo produtivo deve ser observado desde a saída do animal até processo de refrigeração e posteriormente entrega para o mercado. Estes processos estão diretamente ligados a higiene dos equipamentos, desde a ordenha até a chegada na indústria para uma boa higiene deve ser utilizado produtos químicos, detergentes alcalinos, detergentes ácidos, temperatura ideal da água para uma solução eficiente e para a periodicidade da limpeza, a cada processo da ordenha e utilização dos equipamentos.  A temperatura ideal é 35°C aos 75°C para cada fase da limpeza e enxágues, precisando em média de 20 litros de água para uma limpeza completa, em um empreendimento pequeno.  Esse processo é usualmente realizado por  tanques de acumulação que fazem a reserva da água para o aquecimento que se dá por uma resistência que consome 2500 whatts/hora, elevando a temperatura a 80°C através de um termostato, que mantém essa temperatura regulado até que água seja acionada para uso.

Comumente devido aos gastos gerados através deste consumo de energia, produtores utilizam a água em sua temperatura normal 27°C, pois o custo para se obter a água na temperatura ideal para limpeza é um valor considerável na produção leiteira, entretanto como especificado o processo de limpeza só é eficiente quando a ação dos detergentes é combinada a água em temperatura elevada ao poder de resistência das bactérias que se aglomeram nos equipamentos (antes e pós uso), com a temperatura acima do suportado pelas mesmas ocasiona a destruição dos conglomerados onde se alimentam ou seja resíduos orgânicos e inorgânicos que ficam aderidos aos equipamentos.

Quando não realizada a limpeza corretamente está afeta diretamente o produto e o animal, obtendo assim também custos elevados com profilaxia dos processos inflamatórios (mastite) nos animais. Além de que todas essas inflamações no sistema mamário dos animais devido a má limpeza dos utensílios de ordenha e no refrigerador eleva o decréscimo no valor obtido por leite, os preços manejados pelas plantas beneficiadoras tem regressão do valor conforme a contagem bacteriana total (CBT) e contagem das células somáticas (CCS). Sendo a CBT  a mais influenciável e prejudicial pois tem maior preço a se pagar pelo produto e aumento de gastos nos processos de profilaxia às infecções, o leite no processo de profilaxia deve ser descartado pois os antibióticos e anti-inflamatórios influenciam na qualidade do leite, trazendo prejuízos ao produto.

Segundo o Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), os medicamentos em 2014 interferiram em média em 5% nos custos de produção e 3,60% em 2013, considerando ainda os custos de quilowatts/hora para a zona rural segundo a Cooperativa de eletrificação Rural através da Companhia de Eletricidade de Pernambuco(CELPE) no Rio Grande do norte juntamente com a Companhia Energética do Rio Grande do Norte (COSERN), que realizam a distribuição de energia elétrica na região rural, de R$ 0,30/Kwh, imagina-se que um sistema que minimize os custos com medicamentos devido a não utilização de água na temperatura ideal devido aos gastos  com a produção, seja uma solução alternativa  para produzir leite de qualidade. O Coletor solar além de da economia conta de luz traz o benefício de diminuir o impacto na destruição do meio ambiente, de acordo com Cellupi (2014),a contribuição na redução anual de gases do efeito estufa foi de 2.162 e 356 kg de gás carbônico (CO2) por coletores.

O presente trabalho dessa forma utilizou sistema de aquecimento de água por meio da energia solar térmica, para que os produtores que almejam  produzir leite de qualidade com baixo custo. O intuito dos coletores é produzir  energia térmica suficiente para aquecer a água à temperatura ideal para o processo de higienização dos equipamentos. Devido aos gastos influenciados pelos medicamentos para combater doenças infecciosas do aparelho mamário e a energia necessária para aquecimento da água, aumentando os custos de produção e diminuindo a margem de lucro do produtor.

Inicialmente o projeto de coletores de baixo custo foi realizado com garrafas pet que formavam o que seria no coletor tradicional a placa solar, o qual ao ser testado atingiu 30°C conseguindo assim elevar a temperatura da água em 3°celsius de sua temperatura ao sair da torneira (27°C).  Após pesquisas de condução térmica e testes com latinhas de 350 ml, o esqueleto do projeto composto por garrafas PET, foram substituídas por 50 latinhas de 350 ml que alcançaram um resultado eficiente, aquecendo a água a 40°C/46°C.  Elevando assim a água necessária para a limpeza a uma temperatura vultosa para a produção leiteira.

A utilização do coletor solar térmico caseiro, em propriedades rurais é eficiente para agregar valor à qualidade do leite produzido, diminuindo os custos de produção e diminuição do preço líquido com insumos, impostos, entre outros. Sendo a amplitude e espaço no Rio Grande do Norte constituintes ideais para a instalação dos coletores solares de baixo custo, segundo Pereira e Colle (1997), a média de incidência  solar no Brasil em m², dependendo da época do ano e local, varia entre 9 a 27 megajoules (MJ), que correspondem a 2,5 a 7,5 quillowats/hora (KWh). Em Natal há uma média de 5,67 KWh.  Segundo II Congresso Brasileiro de Energia Solar e III Conferência Regional Latino-Americana da ISES, pelo fato de ser uma cidade próxima a linha do equador, Natal apresenta 2.184,80 horas anuais de insolação e nebulosidade média de 6.2. Sendo a irradiância eritêmica definida matematicamente por: Sλ=Ιλελ (W/m²).

Com o conhecimento desta insolação presente na região o coletor solar de baixo custo torna-se uma alternativa de bom custo benefício para a produção rural. Sabendo-se que nas regiões mais frias do país pode ocorrer o congelamento da água dentro do sistema, é interessante o uso de um termostato para acionamento de uma resistência auxiliar. Considerando que o coletor de baixo custo pode ser  produzido pelo próprio produtor rural e a energia solar se encontra disponível livre e gratuitamente, este trabalho busca incentivar o uso de energia limpa e de baixo custo na área em progressivo desenvolvimento em Natal que é a agropecuária leiteira.

**5 Referencial Bibliográfico**

ANDRÉ TARCILIO FRANÇA BATISTA. Relatório Parcial Aquecedor Baixo Custo. 2008. Disponível em:<https://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_sem1_2008/AndreT-Elizabeth_F609_RF1.pdf> .

ANA LUÍSA CATARRÉ LAVADO. Implementação e Utilização das Energias Renováveis. 2009. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/1447/1/20901_ulfc080580_tm.pdf> .

ARAÚJO ALVES E BARBOSA FILHO. Influência do Ambiente no Conforto de Vacas Leiteiras.2012. Disponível em:<https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao-de-leite/influencia-do-ambiente-no-conforto-de-vacas-leiteiras-78189n.aspx> .

BRESSAN, M.; FURLONG, J.; PASSOS, L.P. (coord.). Trabalhador na bovinocultura de leite: manual técnico. Belo Horizonte: SENAR/MG; Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL, 1997, 272 p. Disponível em: <https://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00066390.pdf> .

CASTBERG, H. G. Lipase activity. International Dairy Federation Bulletin, Brussels, v. 271, p. 18-20, 1992.

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia. Piracicaba: ESALQ/USP. Boletim do leite, ano 18, n° 204, jan. 2012.

Disponível em:<https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/714>.

CENSO  AGROPECUÁRIO DO IBGE. 2006. Disponível em:<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/50/agro_2006_agricultura_familiar.pdf> .

CENSO  AGROPECUÁRIO DO IBGE. 2006. Disponível em:<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/50/agro_2006_agricultura_familiar.pdf> .

CENTRO DE ESTUDOS EM ECONOMIA APLICADA. Pib do Agronegócio Brasileiro. 2012. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>

CELPE E COSERN, Tabela 3- Distribuição Elétrica no Rio Grande do Norte. 2021. Disponível em: <https://servicos.neoenergiapernambuco.com.br/residencial-rural/Documents/tarifas/NEOENERGIA_PERNAMBUCO_TARIFAS_ENERGIA_ELETRICA_GRUPO_B_ABRIL_2022_REH_3032.pdf>

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Formação de estoques de alimentos protéicos para a formulação de ração para animal leiteiro. 2008. Disponível em:<https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/714>.

COMPANHIA DE ELETRICIDADE DE PERNAMBUCO. Tarifas de Energia Elétrica Grupo B.2017. Disponível em:    <https://servicos.neoenergiapernambuco.com.br/residencial-rural/Documents/Tarifas%202021/01_CELPE_TARIFAS_DE_ENERGIA_ELETRICA_GRUPO_B%20_ABRIL_2021_REH_N2861.pdf> .

COSTA, P.S.S. Diagnóstico da pecuária leiteira. Gurupi: Semear Consultoria, 2006. 68p.

COSTA. Produção Leiteira no Brasil. 2006. Disponível em:<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1514/1/A%20mar37_09_Produ%C3%A7%C3%A3o%20leiteira%20no%20Brasil_P.pdf>

COUSIN, M. A. Presence and Activity Psychrotrophic Microorganisms in Milk and Dairy Products. Journal of Food Protection, Des Moines, v. 45, p. 172, 1982

CNRBC. Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação no Brasil (Pan-Brasil) e o Bioma Caatinga. 2004. Disponível em: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Procesosambientales/Impactoambiental/80.pdf>

CRESESB, Tabela 1- Incidência Solar em Natal. 2014. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata&>

EMBRAPA. Coletores solares e biodigestores,No.8, 1981. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/124884/1/noticia-08.pdf> .

EMBRAPA. Coletores solares e o Cerrado, 1981. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/548941>.

EMATER/RN - Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Norte. Políticas de mercado para o setor leiteiro do RN é tema do Seminário promovido pela Emater/RN e Sinp. 2010. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/EMATER/DOC/DOC000000000119468.PDF> .

FEITOSA BRITO ET. AL,. Contagem Bacteriana da Superfície de Tetas das Vacas- Ciência Rural, vol. 30, núm. 5, outubro de 2000, pp. 847-850. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/331/33113579018.pdf>.

FURTADO.  Fase Buarqueana na Coleção História Geral da Civilização Brasileira (1960-1972). Disponível em: <https://www.historia.uff.br/academico/media/aluno/1769/projeto/Dissert-andre-carlos-furtado.pdf> .

FIGURA1:<https://www.vetprofissional.com.br/artigos/como-limpar-ordenhadeiras-mecanicas>

GUIMARÃES. Revolução Agrária não Camponesa. 1989. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/59grm/pdf/santos-9788599662816-03.pdf> .

HEIDEN, F.C. Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina, p. 117-123. – 2010/2011. Florianópolis: EPAGRI/CEPEA, 2011.

IBGE. Pesquisa Pecuária Municipal. 2010. Disponível em:<https://gvagro.fgv.br/sites/gvagro.fgv.br/files/u115/03_Setor_Carnes_Brasil_PT.pdf>

IBGE, Tabela 2- Número de estabelecimentos Voltados para Agropecuária leiteira. 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/215880/1/CT-123.pdf>

JORNANDES JESÚS CORREIA. Definições de Temperatura em Fontes Didáticas. 2017. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/rbba/article/view/1520/1311> .

KRUG, E.E.B; REDIN O.; KODOMA, H.K.; SVHLICHTING, H.A.; ZÁCHIA, F.A. Manual da produção leiteira. 2. ed. Porto Alegre, CCGL, 1993. 716 p. Disponível em: [https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=224917&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22KRUG,%20E.%20 E.% 22 & Facets=autoria:%22 KRUG,%20E.%20 E.% 22 & sport= & paginação= t & paginaAtual=1](https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=224917&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22KRUG,%20E.%20E.%22&qFacets=autoria:%22KRUG,%20E.%20E.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1) .

LIMA, G.F.C. et. al. Produção estratégica de alimentos para a pecuária familiar no semiárido: alternativas para a formulação de rações na própria fazenda. Natal: EMPARN, 2009. (Sistemas de produção, 1). 53p. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/read/12982384/producao-estrategica-de-alimentos-para-a-pecuaria-familiar>.

LIMA, G.F.C. et. al. Frutos-refugo de melão em substituição ao farelo de trigo na alimentação de vacas leiteiras. Revista Caatinga, Mossoró, v.24, n.3, p.190-197, 2011.

LOPES JUNIOR ET. ALL,. Análise das práticas de produtores em sistemas de produção leiteiros e seus resultados na produção e qualidade do leite- Ciências Agrárias, vol. 33, núm. 3, maio-junho, 2012, pp. 1199-1208. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744113024.pdf> .

MEDEIROS. Análise da Estrutura Fundiária da Região Nordeste e do Estado do Ceará Durante o Período 1970-2006. 2010. Disponível em:<https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/08/Analise_da_estrutura_fundiaria.pdf>

MATHEUS CAMPOS. Natal- bandeira, mapa, população. 2014. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/natal.htm> .

Northeast Dairy Practices Council - The cleaning and sanitizing task force. Fundamentals of cleaning and sanitizing farm milk handling equipment. NDPC 9, Syracuse, NY, 1991. Disponível em:<https://health.maryland.gov/phpa/OEHFP/OFPCHS/Milk/Shared%20Documents/DPC029_Cleaning_Sanitizing_Fluid_Milk_Plants.pdf> .

Northeast Dairy Practices Council - The cleaning and sanitizing and the farm buildings and equipment task force. Guidelines for cleaning and sanitizing of milking machines and farm milk tanks. NDPC 4, Syracuse,NY,1990.

Disponível em:<https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/48404/404-400_pdf.pdf?sequence=1>

NETTO, BRITO ,FIGUEIRÓ. A ordenha da vaca leiteira.  Porto Velho, Roraima,2006. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/24719/1/cot319-ordenhadavacaleiteira.pdf>.

PASCOWITCH, A. O consumo mundial de leite deve crescer nos próximos três anos. 2009. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/215880/1/CT-123.pdf> .

PEDRO TIAGO SOUSA PEREIRA. Energia Solar térmica: Perspectivas do Presente e do Futuro. 2010. Disponível em:<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/60373/1/000142688.pdf> .

PRATA, L. F. Fundamentos de ciência do leite. São Paulo: Unesp, 1998. 119 p.

Prof. Dr. Sérgio R. Montoro, Tabela 4- Materiais e sua Condutividade Térmica. Disponível em: <https://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5022779/LOM3213/AULA%201-2%20-%20FT_B%20-%20INTR0DUCA0%20+%20MEC%20FUND%20TC.pdf>

REINEMANN at.all. Review of practices for cleaning and sanitation of milking machines. Bulletin of the International Dairy Federation. No.381, p.4-18; 2003. Disponível em:[https://www.embrapa.br/documents/1354377/39803784/Limpeza+de+equipamentos+e+tanques.pdf/44d710db-8dd3-54be-c7d2-e979ac14c8e6?versão=1.0](https://www.embrapa.br/documents/1354377/39803784/Limpeza+de+equipamentos+e+tanques.pdf/44d710db-8dd3-54be-c7d2-e979ac14c8e6?version=1.0) .

SANTOS, P.P. Evolução econômica do Rio Grande do Norte (Século XVI ao XXI). 3ª ed. Natal: Departamento de Imprensa, 2010.583p.

SANTOS, M. V. Efeito da Mastite Sobre a Qualidade do Leite e dos Derivados Lácteos. In: CONGRESSO PANAMERICANO DE QUALIDADE DO LEITE E CONTROLE DE MASTITE, 2., 2002, Ribeirão Preto, SP. Anais... Disponível em: <www.milkpoint.com.br/mn/radarestecnicos>.

SEIXAS[, J.](https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/list/autoria/citacao/seixas-j?p_auth=4V6A3ZJ9),FOLLE,S. M. Construção de coletor solar de baixo custo. Brasília, Distrito Federal, 1981. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/549320/construcao-de-coletor-solar-de-baixo-custo>. Acesso em: 17 de Agosto. 2022.

SERRA. Desenvolvimento Agrário. 2003. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/4688/1/bps_n.7_DESENV_AGRaRIO7.pdf> .

SILVA ET AL.,Variação do índice de radiação solar ultravioleta em Natal-RN entre 2001 e 2007,p.1-7.2008.  Disponível em:<http://mtc-m16c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2008/12.30.12.38/doc/VARIA%C7%C3O%20DO%20%CDNDICE%20DE%20RADIA%C7%C3O%20SOLAR%20ULTRAVIOLETA_final.pdf>

SANTOS, M. V.; FONSECA, L. F. L. Importância e Efeito de Bactérias Psicrotróficas Sobre a Qualidade do Leite. Revista Higiene Alimentar, São Paulo, v. 15, n.82, p. 13-19, 2001.

VEIGAS SANTOS.  Limpeza e Desinfecção de Equipamentos de Ordenha e Tanques. 2001. Disponível em:[https://www.embrapa.br/documents/1354377/39803784/Limpeza+de+equipamentos+e+tanques.pdf/44d710db-8dd3-54be-c7d2-e979ac14c8e6?versão=1.0](https://www.embrapa.br/documents/1354377/39803784/Limpeza+de+equipamentos+e+tanques.pdf/44d710db-8dd3-54be-c7d2-e979ac14c8e6?version=1.0) .

VALLEE, C. Bovinos de leite. 2008. Disponível em: <https://www.paranacooperativo.coop.br/ppc/index.php/sistema-ocepar/comunicacao/2011-12-07-11-06-29/ultimas-noticias/24887-24887> .